:60882:C

ELEMENTI
DI
ARCHITETTURA MILITARE

COMPOSTI PER USO

DELLA R. ACCADEMIA MILITARE

DAL TENENTE COLONNELLO

GIUSEPPE PARISI

Comandante in Secondo, e Ispettore della medesima.

TOMO IV.

NAPOLI MDCCLXXXVII.

PRESSO DONATO CAMPO

Con Regal Permesso.

PREFAZIONE.

PEr dar compimento agli Elementi della Militare Architettura, che tolsi già a scrivere per uso della R. Accademia Militare, restava solo da pubblicarsi questo IV. Tomo, che comprende la III. Parte del III. Libro. Tratto quì della Guerra sotterranea, che io dovea prender di mira principalmente, come la parte più essenziale della Guerra degli Assedj, e la sola, da cui possa trarre segnalati vantaggi la Difesa delle Piazze, e che possa ristabilire tra l' attacco, e la difesa quell' equilibrio, ch' avea perduto quest' ultima nella Guerra degli Assedj fin dai tempi di Vauban.

La Storia della Guerra ha fatto vedere, che un piccol numero di Minatori, scavando, e insinuandosi, come vermi, sotterra, si è fatto temere, ed ha saputo arrestare i passi alle più

formidabili Armate. Il solo nome di Mine fa più alta impressione sulle truppe, che non fanno i più evidenti pericoli, che incontrar si possano in una rasa campagna. Gl' Assedj di Berg-op-zoom nel 1747., *e di Schweidnitz nel* 1762. *sono testimoni autentici di questa verità.*

Su questo riflesso, oltre a quanto ho detto sulle Contromine nel I. Tomo di questi Elementi, ho creduto ben fatto di dare in quest' ultimo un' idea più completa della scienza delle Mine, e porre principalmente nel suo lume la famosa scoverta del Belidoro, il Globo di compressione, scoverta, diceva il Gran Federico Re di Prussia, tanto più da pregiarsi, quanto che ha fatto per la prima volta servire la polvere alla conservazione degli uomini (1).

Ho voluto inoltre applicare la teoria stessa delle Mine, dedotta dell' esperienza, all' arte di controminare, per indi far vedere, quanti siano i van-

---

(1) Leggasi la lettera scritta dal Re di Prussia al Sig. Belidoro a' 12. Maggio 1774., e inserita nel II. Tomo delle *Oevres complettes de M. le Febvre.* 4. *à Maestricht* 1778.

i vantaggi, che può trarne l'arte di fortificare. Ed è sarebbe veramente da desiderarsi, che si facesse miglior uso delle contromine, nella costruzione delle Piazze, specialmente qualora servir debbano queste per pura difesa di uno Stato; senza però trascurare di renderne migliori i sistemi, e scemarne il numero, lasciando sulle frontiere Fortezze di primo ordine, da servire per l'esercizio della Guerra offensiva non meno, che difensiva. Il gran numero de' piccoli Forti è stato in tutti i tempi inutil riparo alla decadenza della militar disciplina, e argomento della debolezza delle Nazioni. I Romani, nome sempre rispettabile, quando parlasi di Guerra, non ebbero mai Piazze, finchè fu in piedi la Repubblica; e la moltitudine de' Forti fatti costruire da Giustiniano, de' quali ci dà esatta e lunga nota Procopio, non sono, dice il Pres. di Montesquieu (1), che un monumento della decadenza e debolezza dell'Imperio. La Francia non è stata mai sì debole, come a tempo

dei

(1) *Montesquieu Grandeur & Decadence des Romains Chap. XX.*

de' Normanni, allorchè tutti i suoi villaggi erano circondati di mura. E le provvidenze date in questi ultimi tempi presso le Nazioni più potenti e più bellicose d'Europa per la demolizione delle piccole Fortezze, dimostrano abbastanza i progressi fatti nell'Arte della Guerra.

Spiegato tutto ciò, che appartiene alla parte preparativa della Guerra sotterranea, ho cercato di metterne in chiaro aspetto la parte esecutiva, o sia l'esercizio della Guerra sotterranea difensiva, ed offensiva. Ho richiamato ad esame tutti i metodi, che sono stati finora inventati, e messi in pratica negli Assedj, ed ho posti in veduta i veri vantaggi, che questa sorta di Guerra porge ai difensori delle Piazze.

Le materie, che ho trattate, non sono mie invenzioni. Ma non vorrei, che altri perciò mi desse la taccia di plagiario. Le scienze umane non sono, che Raccolte sistematiche di osservazioni, e di sperimenti. Questi sono i materiali necessarj all'edifizio di qualunque Scienza, e di questa lo è la Storia della Guerra. Sarebbe mai da tornare a disonore di un Architetto,

che

che non si possa attribuire alla sua industria la produzione delle pietre, che compongono una fabbrica? Io ho letto, io ho veduto presso le Nazioni, che hanno maggior nome nella Guerra, quanto poteva essere utile al mio disegno. Ho meditato sulle cose lette, e vedute, ho scelto quello, che ho giudicato più vantaggioso, ne ho stabilito l'ordine, e ne ho formato un tutto ragionato e connesso. Non ho avuto altro in mira, che di giovare colle mie fatiche a' Giovani Militari, pe' quali ho scritto. Me beato, se essi, e tutti generalmente coloro, che sono addetti al glorioso e difficile mestiere dell'armi, animati da quella nobile emulazione, che solo può nascere tra cuori onesti, virtuosi, e gentili, mettendo ad esame le cose da me scritte, possano dare l'ultima perfezione a questa scienza. Io non mi propongo miglior compenso alle mie fatiche.

Dell' Architettura Militare

LIBRO III.

PARTE III.

Della Guerra Sotterranea

CAP. I.

Si divisano gli oggetti della Guerra sotteranea; e si rileva l' ordine, che si ha a tenere, in trattarli.

ARTICOLO I.

Si divisano gli oggetti della Guerra sotterranea.

1. **L**A Scienza della Guerra sotteranea è quella, che dà le regole d'impiegare sottera i mezzi i più efficaci, ed i più adatti alla difesa, ed all' offesa delle Piazze di guerra, augumentando quelli specificati nell' Arte di fortificare, di attaccare, e di difendere le Piazze medesime, con far uso della polvere, che si fa accendere in alcune camere

costruite in cammini, o condotti sotterranei, i quali diconsi *mine*, allorchè s'impiegano per l'attacco, e *contromine*, qualora s'impiegano per la difesa.

2. Per esercitar quindi con vantaggio, e con intelligenza la guerra sotterranea, prender si debbono di mira i quattro seguenti oggetti, cioè 1. Determinar conviene gli effetti, che produce la polvere accesa sotterra nelle suddette camere, le quali diconsi *fornelli* di *mina*. 2. Specificar si deve l'applicazione di tali effetti nell' Arte di fortificare. 3. Conviene divisare l'uso degli effetti medesimi nell'attacco delle Piazze di guerra; e 4. Finalmente bisogna dimostrarne l'uso, e 'l particolare vantaggio nella difesa delle Piazze medesime.

3. Or il divisamento del primo oggetto comprende la Teorica, o sia la Scienza propriamente detta delle Mine. Il secondo oggetto comprende in se l'Arte di controminare una Piazza di guerra, con tutte le pratiche operazioni, che condur possono al conseguimento di questo oggetto non meno, che all'acquisto di

tutte

tutte le pratiche, che possono facilitare l' uso delle mine in generale. Quindi si rileva, che i due suddivisati oggetti costituiscono la parte preparatrice della Guerra sotterranea.

4. Il terzo oggetto riguarda l' effettivo esercizio della Guerra sotterranea offensiva, mettendo a profitto la Scienza delle mine, l'arte di minare in generale, e l' arte di attaccare, per vincere, e superare gli ostacoli, che oppongono i luoghi fortificati con contromine, e l'arte di ben difenderli. Il quarto oggetto comprende l' esercizio della Guerra sotterranea difensiva, cioè l'arte di difendere una Piazza di guerra, combinando l' effetto delle mine colla Scienza della difesa, per superare tutti i mezzi di offesa, che la Guerra sotterranea offensiva, e l'arte di attaccare appresta all' aggressore. In somma questi due ultimi oggetti prendono di mira la parte esecutiva, o sia l' attuale esercizio della Guerra sotterranea.

ARTICOLO II.

Si stabilisce l' ordine, che si ha a tenere, in trattare gli oggetti che formano la parte preparatrice non meno, che l' esecutiva della Guerra sotterranea.

5. Dal divisamento, che si è fatto nell' Art. antecedente degli oggetti che comprende la Guerra sotterranea, ne siegue; che per metterli nel vero aspetto, debbonsi primamente per mezzo dell' esperienze già fatte determinare gli effetti della polvere accesa sotterra, la quale infiammandosi sviluppa un fluido elastico, la cui forza semprechè trovasi maggiore della resistenza, produce nella materia, su cui agisce, e propriamente nella parte della medesima la meno resistente, un incavo, che dicesi *solido di scavazione*. Di questo dicesi *linea* di *minor resistenza*, la perpendicolare, che dal centro del fornello si abbassa sulla superficie, che serve di base al solido istesso. Dalla determinazione di

sì

sì fatti effetti, si rileverà la Scienza delle mine.

6. Dalla suddetta Scienza, e dall'arte di fortificare insieme, e di attaccare le Piazze di guerra, si dedurrà l'arte di controminare, o sia l'arte di augumentare i mezzi di difesa coll'anticipata costruzione delle contromine, per arrestare l'inimico in tutte le intraprese, che può sotterra tentare; e si dedurrà dalla stessa Scienza l'arte di minare.

7. Premesse le suddivisate cognizioni; si specificheranno i mezzi da tenersi nell'esercizio della Guerra sotterranea, allorchè si debba attaccarre una Piazza controminata, con mettere a scrutinio tutti i metodi inventati, e praticati in questa sorte di guerra.

8. Finalmente si diviseranno i mezzi da praticarsi per difendere una Piazza controminata, qualunque siasi il metodo, che tenga l'aggressore in attaccarla; nè si trascurerà di additare l'uso, che si può fare delle mine anche nella difesa delle Piazze non controminate.

CAP. II.

Del nascimento, del progresso, e dello stato, in cui trovasi a' nostri tempi la Teorica delle mine.

ARTICOLO I.

Si enumerano le prime osservazioni, ed esperienze fatte sull' effetto della polvere accesa ne' fornelli di mina; e si divisano le conseguenze che ne furono dedotte per istabilirne una Teorica.

9. Si fece per la prima volta uso delle mine con polvere nel 1487, nell' Assedio di Serezonella, con esito poco felice. Furono le mine istesse adoprate per la seconda volta nell' attacco del Castello dell' Ovo di questa Città di Napoli nel 1503, con più felice successo, poichè per mezzo delle medesime riuscì agli Spagnuoli d' impadronirsi del detto Castello,* che veniva occupato da' Francesi. Se ne attribuisce l' invenzio-

ne

ne a Pietro Navarro, il quale ne avea osservato i primi effetti in Serezonella (1). Si vuole da altri (2), che il Navarro fosse stato consigliato, ed ajutato nell' intrapresa suddetta da un Architetto Napoletano chiamato Francesco Georgio.

10. Da questo tempo in poi furono impiegate in Italia le mine per formare le brecce, o per renderle più estese, ma non ebbero mai un successo uguale a quelle del Navarro. Sì fatta invenzione cagionò una sorpresa a tutti coloro, che esercitavano il mestiere delle Armi, onde immaginate furono le contromine per andar incontro all' effetto delle mine. Infatti si costruirono alcune contromine nel Castello dell' Ovo, subito che se ne intraprese la rifazione. I Veneziani allorchè nell' anno 1509 fortificarono Padova, vi costruirono altresì delle contromine (3).

(1) Guicciardini. *Istoria d' Italia riveduta, e corretta dal Sansovino nel 1636.*
(2) Valier. *Dissertation sur les mines.*
(3) Guicciardini. *Opera cit.*

11. Queste prime invenzioni, ed osservazioni sulle mine non andarono molto innanzi, nell' Italia, in cui ne fu per altro scritto, e molto meno presso le altre Nazioni, in guisa che niente di considerevole se ne trova scritto fino a' tempi del Marescialo di Vauban. Conoscendo questo grande Ingegnere, il sommo vantaggio, che potea la guerra degli Assedj trarre dalle mine; si crede, che incaricato avesse nel 1673 il Sig. Megrigni Uffiziale de' Minatori al servizio della Francia, acciocchè avesse fatto degli esperimenti sull' effetto delle mine, per togliere alcuni errori, ne' quali erano dati i minatori di que' tempi. Eseguì infatti nel 1686 il Sig. Megrigni sì fatti esperimenti sullo spalto della Cittadella di Tournay; e 'l risultato si può ravvisare nella seguente Tavola.

Espe-

Esperi. menti.	Lineedi minor resist.	Cari- che	Diam. dei solidi di scavazione	Diam. delle Cam.	Getto delle Terre
Num.	Piedi	Libbre	Piedi	Piedi	Piedi
1	12	200	16	0	30
2	12	100	4 a 6	0	4 a 5
3	12	150	24	12	12
4	12	150	24	12	12
5	24	300	5 a 6	0	1 a 2
6	24	500	12	0	3
7	24	1400	42	—	—
8	24	1200	48	24	24
9	36	4050	72	36	36
10	12	100	0	0	6
11	12	100	0	0	6
12	20	700	—	—	—
13	20	700	—	—	—
14	20	700	—	—	—
15	20	700	—	—	—
16	15	293	30	15	15
17	20	700	40	20	20
18	30	2500	60	30	60
19	37	4000	11 a 12	0	—
20	40	5400	65 a 66	—	—
21	32	2844	64	32	60

12. Or de' suddetti esperimenti, i primi quindici furon fatti in una terra crassa, e sabiosa, e che alla profondità di dieci a 20 piedi avea delle vene rosse, ed a profondità maggiori avea tal consistenza, che tagliata a perpendicolo si sosteneva come un muro. Gli ultimi sei poi furono fatti in una terra più dura. La prima mina si caricò a caso, e produsse un incavo, il diametro del quale fu minore del doppio della linea di minor resistenza. La seconda fu caricata di meno, e'l diametro dell'incavo si minorò di più. La terza, che fu caricata con una quantità di polvere intermedia tra le due prime, produsse un effetto ben diverso dalle medesime. Si osservò, che il solido di scavazione era un cono troncato, in cui il diametro della maggior base era doppio della linea di minor resistenza; l'altro della base minore, o sia della camera uguagliava la stessa linea; e finalmente il getto delle terre fu ad un'altezza uguale altresì alla linea di minor resistenza, ricadendo le materie in buona parte nell'incavo. Col quarto esperimento si osservò lo stesso; e di più,

che

che le camere di altre mine vote, e le gallerie ch'erano allo ſteſſo livello, e che diſtavano dalla mina ſcoppiata per una diſtanza minore della linea di minore reſiſtenza, reſtarono rotte.

13. Nel quinto eſperimento ſi fece uſo di una linea di minor reſiſtenza doppia, e s'impiegò anche una doppia carica, ma dall'effetto prodotto, non ſi potè rilevare coſa alcuna. Col ſeſto ſi aumentò ſoltanto la carica a 500 libbre, ma ſi ebbe altresì un effetto inconcludente. Da sì fatti avvenimenti, ſi rilevò, che non ſi dovea nelle cariche ſeguir la ragione delle linee di minor reſiſtenza, anzi ſi conchiuſe, che per produrre ſolidi ſimili a quello del terzo eſperimento, ſi dovea ſeguire la ragione de' cubbi delle medeſime. Quindi in una linea di minor reſiſtenza doppia, ſi dovea impiegare una carica ottupla di quella impiegata nella terza mina. Nella ſettima eſperienza intanto ſe ne impiegarono dugento libbre più dell'ottuplo, e pure il diametro del ſolido di ſcavazione fu minore del doppio della linea di minor reſiſtenza. Si minorò la carica delle dugento libbre, nell'otta-

tava esperienza, e si osservò un effetto simile a quello della terza, e della quarta. Nella nona esperienza si aumentò la linea di minor resistenza del triplo, e s'impiegò una carica ventisette volte maggiore, e l'effetto fu corrispondente.

14. Negli esperimenti decimo, ed undecimo, le mine si caricarono scarsamente, e si misero queste tra se distanti per la sola linea di minor resistenza, e si fecero scoppiare nell'istesso tempo. Si cercò di conoscere, se colle forze combinate, si potea ottenere quello, che non si ottiene, allorchè scoppiano separatamente. Il risultato non schiarì l'oggetto dell'esperienza. Le quattro seguenti mine, che osservansi nella tavola, furono situate nell'istessa maniera delle due antecedenti in un quadrato, e furono caricate giustamente. Si fecero scoppiare nell'istesso tempo; l'effetto fu molto grande, ma confuso a segno da non poterne niente rilevare. Dall'ultime sei esperienze, niente si rilevò di nuovo, anzi fu confermato quanto di sopra si è detto, malgrado la durezza maggiore della terra, in cui furono

rono eseguite. Soltanto è da notarsi che il getto delle materie fu ad altezze più grandi.

15. In fare le suddette esperienze, non si ebbe conto della figura delle camere, in cui vien riposta la polvere, poichè non furono cubiche, ma più larghe che alte. Di più la linea di minor resistenza fu sempre misurata dalla superficie superiore della camera, e mai dal centro di essa. Dalle stesse esperienze fu dedotta una Teorica delle mine, la quale si può ridurre ai seguenti Articoli.

I. Una mina caricata sovrabbondantemente fa un effetto simile, a quello che fa un'altra caricata debolmente, colla sola differenza, che la prima getta le materie più in alto, che la seconda. II. La carica di 150 libbre in una mina di 12 piedi di linea di minor resistenza forma un incavo della figura di un cono troncato, dell' altezza della linea di minor resistenza, ed in cui il diametro della base maggiore è 24 piedi, e quello della minore 12. III. Si possono ottenere solidi simili al già detto, se mettendo per principio indubitato la suddetta espe-

rien-

rienza, si regolino le cariche in ragione de' numeri cubici delle diverse linee di minor resistenza, delle quali voglia farsi uso. IV. Se le cariche si determinano in sì fatta maniera, le terre del solido di scavazione son gettate ad un' altezza uguale alla linea di minor resistenza, e ricadono in buona parte nell' incavo. V. Se due mine debolmente caricate si fanno scoppiare nell' istesso tempo, non producono l' istesso effetto, che produce una sola mina caricata colla somma delle due cariche, anche se distano tra se per la linea di minor resistenza. VI. Quattro mine giustamente caricate, e che distino tra se ugualmente, scoppiando nel tempo istesso, non formano la stessa scavazione, che produrrebbero, qualora scoppiar si facciano l' una appresso l' altra. VII. Un terreno più consistente non produce cambiamento alcuno nel solido di scavazione, ma soltanto vengon le terre gettate più in alto. VIII. Non si deve diminuire la carica di una mina, sulla supposizione, che un terreno più compatto, e più duro, possa augumentarne l' effetto. IX. Finalmente le camere vote,

e le

e le gallerie sotterranee, si rompono, allorchè non sieno distanti dal fornello per una lunghezza maggiore della linea di minor resistenza.

ARTICOLO II.

Delle altre Teoriche, che furono in seguito sulle mine prodotte senza dipartirsi del tutto da quella del Sig. Megrigni.

16. Per perfezionare la Teorica sulle mine, si stimò doversi prender di mira due oggetti; il primo cioè di determinare il solido di scavazione; ed il secondo di conoscere la quantità della polvere necessaria per elevare un ammasso di terra di data figura, e di volume determinato. Quanto alla determinazione del primo oggetto si convenne, che il solido di scavazione era tale, che il diametro della sua base era il doppio della linea di minor resistenza; si disputò intanto sulla figura del detto solido. Infatti quasi tutti i Minatori pratici il credettero un cono troncato, seguendo il Sig. Megrigni. Altri un

co-

cono intero rettangolare, tra' quali il Signor Vauban, che per altro il credè tal volta cono troncato. Il Signor Valiere l'ebbe per un paraboloide. il Sig. Muller stimò, che fosse un paraboloide troncato; Ed altri finalmente furono di opinione, che il solido suddetto non era conosciuto nella Stereometria. Quanto poi alla determinazione della carica si ritrovano anche varie le opinioni; tuttocchè i veri seguaci di Megrigni, ebbero per certo, che regolar si dovessero secondo i cubi delle linee di minor resistenza, prendendo per base di ogni calcolo la terza esperienza della tavola addotta (n. 11.).

17. Or per mettere più in chiaro quanto si è accennato, è da sapersi che il Sig. Vauban si ritrova contradicente a se stesso sulla figura del solido di scavazione, poichè lo stabilisce primamente un cono settangolare, il cui apice è nel centro del fornello, e'l diametro della base è doppio dell'altezza, perchè i lati contengono un angolo retto (1). In appresso lo considera come un

(1) *Memoir pour servir d' instructions dans la Conduit*

un cono troncato; e poi facendo il calcolo della solidità, non fa che il cubo della linea di minor resistenza, vale a dire che si diparte dall' uno, e dall'altro solido (1), stimando di darne nella pratica la solidità ad un dipresso. Proporziona poi le cariche a questo modo. Stabilisce da 12 fino a 18 libbre di polvere per ciascuna tesa cuba, secondo le diverse qualità di terra, e da 20 fino a 25 secondo le diverse qualità di muro. Sulla supposizione intanto che 15 libbre sieno sufficienti per elevare una tesa cuba, forma una tavola, la quale forse per errore di calcolo neppur corrisponde a questa supposizione.

18. Si ritrova pubblicato sotto il nome dello stesso Vauban, un Trattato pratico sulla Scienza delle mine (2), in cui si osservano regole

duit des sieges. Cap. XXVII. Fu quest'opera dal Vauban presentata a Luigi XIV. l' anno 1704., e fu la prima volta stampata l'anno 1740, onde a ragione si crede la prima.

(1) *De l'attaque, & de la defense des Places* cap. XVIII. Quest'opera fu stampata nell' Aja nel 1742.

(2) Questo trattato unito ad un altro sull' Arte della Guerra, forma il 2. Volume dell'Opera del Vauban dell'edizione dell'Aja del 1743 intitolata *De l'attaque, & de la defense des Places*.

molto diverse da quelle additate di sopra. In quest' Opera si riguarda il solido di scavazione come un cono rettangolare, e come tale vien calcolato. Coll'esperienze, si determina la quantità di polvere necessaria per elevare una tesa cubica, avendo riguardo alla diversa qualità di terra. Si stabiliscono quattordici libbre di polvere per una tesa di terra comune, della quale un piede cubo pesa libbre 101; 17 libbre se la terra è di sabbia forte, di cui un piede cubo pesa 126 libbre; 18 libbre se la terra è di diverse qualità mischiate insieme, ed un piede cubo pesa libbre 133; 19 libbre se è argilla, di cui un piede cubico pesa 139 libbre; 22 libbre, se la terra è molto forte, e mescolata con pietre, ed un piede cubo della medesima pesa 160 libbre. A norma di sì fatti stabilimenti si ritrova calcolata una tavola, che comincia da una linea di minor resistenza di due piedi, e si estende fino a 60.

19. In questo stato era la Scienza delle mine a' tempi del Signor Vauban. Nel 1716. il Signor Valieré Direttore della Scuola di Arti-

glie-

glieria in Francia, fu il primo che abbandonato avesse il sentimento di Megrigni, e di Vauban riguardo al solido di scavazione. Fece molte esperienze, e da quelle rilevò, che fosse un paraboloide, in cui il diametro della base è doppio della linea di minor resistenza, e che il fuoco ne sia il centro del fornello. Quanto alle cariche si trova una tavola dello stesso Autore, che quì sotto si rapporta corretta dal Signor le Febvre. E' la medesima calcolata sul seguente esperimentale principio, che in una mina di 10 piedi di linea di minor resistenza, in un terreno ordinario, abbisognano libbre 93 $\frac{3}{4}$ di polvere. Or siccome tutti i solidi di scavazione, sono simili, e perciò nella ragione de' cubi delle linee di minor resistenza, così le cariche si trovano calcolate nella stessa ragione, avendo rapporto alla stabilita esperienza (1).

(1) Si legga la Dissertazione sulle mine del Signor Valier. Si trova inserita negli Atti dell'Accademia delle Scienze, e nella terza Parte de' Comentarj che il Sig. Folard fa sull'Istoria di Polibio.

20. Avrebbe potuto il Signor Valier risparmiarsi la pena di determinare il solido di scavazione, giacchè non ne fa egli alcuna applicazione, nè quanto alle cariche, nè quanto agl' incavi; poichè le proprietà essenziali per la pratica delle mine, sono le stesse di quelle denotate nella supposizione del cono troncato. La sua opinione intanto ha avuto molti seguaci.

---

linee

Linee di min. resist.	Cariche		Linee di min. resist.	Cariche	
Piedi	Libbre	once	Piedi	Libbre	once
1	0	2	21	868	3½
2	0	12	22	998	4
3	2	8½	23	1140	10½
4	6	0	24	1296	0
5	11	11½	25	1558	9½
6	20	4	26	1647	12
7	32	2½	27	1815	4½
8	48	0	28	2058	0
9	68	5½	29	2286	7½
10	93	12	30	2530	4
11	124	12½	31	2792	4½
12	162	0	32	3072	0
13	205	15½	33	3369	1½
14	257	4	34	3680	12
15	316	4½	35	4019	8½
16	384	10	36	4074	0
17	460	9½	37	4748	12½
18	546	12	38	5144	4
19	643	—½	39	5561	2½
20	750	0	40	6000	0

21

21. Il Signor Belidoro non opinò sempre allo stesso modo sulla figura del solido di scavazione. Pensò ne' primi suoi studj su Scienze sì fatte, che fosse un cono troncato (1); onde formò una tavola, in cui, secondo le diverse linee di minor resistenza, determinò la solidità de' coni troncati, che a dette linee convenivano. Quanto alle cariche stabilì un' oncia ed $\frac{1}{7}$ di polvere per ciascun piede cubico di terra ordinaria (2). Lo stesso Belidoro poi stimò, che fosse un paraboloide troncato (3), e si trova in questa opinione seguito dal Signor della Chappelle (4), e dal Sig. Muller Inglese (5). Quest'ultimo intanto ha applicata questa ipotesi alla risoluzione di tutti i problemi, che si possono proporre sulle mine, e ne dimostra la conformità all'esperienze, come sarà detto nell' arti-

(1) *Cours de Mathematique*. 1 Edit.

(2) Viene la tavola del Belidoro rapportata dal Signor Geus Tedesco.

(3) *Nouveau Cours de Mathematiques*.

(4) *Traité sur les Sections Coniques*.

(5) Vi è un opera di questo Autore sull'attacco, e sulla difesa delle piazze, con un trattato sulle mine, stampato in idioma inglese, nel 1757.

(2) *Essai sur les Mines de M. le Febvre.*

articolo ſeguente. Il Sig. Brudhomme, che ha ſcritto a' noſtri tempi, crede anche che il ſolido di ſcavazione ſia cono troncato (1).

22. Il Signor le Febvre, a cui non erano ignote tutte le ultime ſcoverte ſulle mine, conſeſſa ch'egli è incerto ſulla figura del ſolido di ſcavazione. Crede poi, che volendo far uſo delle mine per produrre effetti tali, che i diametri delle baſi degl'incavi, ſieno doppj della linea di minor reſiſtenza, ſia molto vantaggioſa una tavola, che ha egli corretta, e che ſi attribuiſce al Signor Vauban, della quale è ſtato detto (*n.* 18) In queſta ſi ſuppone che il ſolido di ſcavazione ecceda del ſettimo il cono rettangolare, e ſi ha conto delle diverſe qualità di terra. Or ſiccome vien riputata utile da tutti i Minatori, così ho ſtimato di aggiugnerla quì appreſſo (2).

---

(1) *Nouveau Traité des Mines, & Contremines* A Paris 1770 8.

(2) *Eſſai ſur les Mines de M. le Febvre.*

23. Le teoriche delle mine fin quì esposte si possono esaminare avendo riguardo ai due oggetti, che prendono di mira, cioè quanto alla figura del solido di scavazione, e quanto alle cariche. Quanto al primo oggetto si formi il cubo di una linea di minor resistenza di 10 piedi, e col medesimo si paragonino il cono rettangolare, il troncato, il paraboloide intero, e 'l troncato, nella supposizione della stessa linea di minor resistenza. Si troverà che il cono intero dà il più piccolo solido, e'l più grande lo dà il paraboloide; che i solidi intermedj ai medesimi sieno quelli del paraboloide troncato, e del cono troncato, i quali non differiscono tra se di molto. Quindi si conosce l'incertezza della teorica delle mine sul primo oggetto, malgrado che si conformi ad alcune proprietà de' suddetti solidi.

24. Esaminando poi le stesse teoriche riguardo al calcolo delle cariche, se ne possono formare due classi. Nella prima si stabilisce la quantità di polvere per ciascuna tesa cubica di terra, avendo riguardo alla qualità diversa di que-

questa, e calcolando effettivamente il solido di scavazione, nella supposizione che se ne conosca la figura. Nella seconda classe si determina con una mina di pruova la carica necessaria per una data linea di minor resistenza, e si regolano le cariche per tutti i casi, in cui le linee di minor resistenza sono diverse dall' anzidetta, secondo i numeri cubici delle linee istesse.

25. In amendue le classi, la teorica è mal fondata, ed incerta. Nella prima la teorica è mal fondata, poichè è incerta la strada, per la quale siasi pervenuto a sapere, che per sollevare una determinata quantità di terra in una mina, sia sufficiente una data carica, e che questa produca con esattezza quel tal solido, e non altro. In fatti non si trova presso nessuno Autore, che ha scritto sulle mine, la maniera colla quale siasi fatta tal determinazione, oltre di che si rileva l' incertezza della teorica, dall' incertezza, in cui tuttavia si è sulla figura del solido di scavazione. Nella seconda classe poi è la teorica anche incerta, poichè si limita

l' ef-

l'effetto della polvere senza alcun appoggio. Sembra intanto, che sia alquanto più conforme alla ragione, sempre che si richieggano solidi di scavazione, che abbiano le stesse proporzioni, che ha quello della mina di pruova, e che di più sia questa fatta nell' istessa qualità di terra, in cui le altre mine si hanno a far scoppiare. A questo modo infatti calcolò Megrigni, Vauban, e Valier, poco riguardando la figura del solido di scavazione.

ARTICOLO III.

Si espongono, alcune nuove riflessioni sulle mine del Signor Belidoro; l' esperienze che in seguito furono da lui fatte dall' anno 1725. *fino al* 1729; *e la teorica ch' ei ne dedusse.*

26. Il Signor Belidoro riflettendo sul meccanismo delle mine, conobbe l' insufficienza dell' esposte teoriche. Ebbe per principio indubitato, che il solido di scavazione, e la carica della polvere, esser doveano nel rapporto del peso alla

la potenza motrice. Credè poi che per determinare le vere cariche, si dovesse aver riguardo, 1. alla tenacità delle terre, la quale è variabile anche ne' solidi simili, e ch'è la prima che si deve superare dalla forza della polvere accesa nello scoppio delle mine; 2. al peso delle terre che deve la stessa forza della polvere sollevare. Stabilì inoltre che le resistenze dipendenti dalle tenacità erano nella ragione de' quadrati de' lati omologhi de' solidi di scavazione, o delle linee di minor resistenza; e che le resistenze derivanti dal peso ne' diversi solidi simili, erano come i cubi de' loro lati omologhi, o sia delle linee di minor resistenza.

27. Propose in seguito di verificare sì fatta teorica coll'esperienze; cioè di determinare, con più mine di pruova, la quantità di polvere necessaria per separare il solido di scavazione dal globo della terra; per indi conoscere con altre pruove la quantità di polvere necessaria per vincere la resistenza nascente dal peso. Fatte che si saranno tali determinazioni in una mina di pruova, si potrà, diceva egli, con

pre-

precisione formare il calcolo delle altre mine nel seguente modo.

28. Sia in una mina di pruova, a la linea di minor resistenza, e sia la carica totale $m+n$, della quale m esprima il numero delle libbre necessario per rompere la tenacità, ed n quello che serve ad elevare le terre. Se si voglia sapere la carica p di un'altra mina da eseguirsi in un terreno omogeneo, e di cui ne sia b la linea di minor resistenza. Si esprima per X la parte della carica che deve vincere la tenacità, e per Y la parte necessaria a vincere il peso. Or essendo le cariche per superare le sole tenacità come i quadrati delle linee di minor resistenza (n. 26). Sarà $a^2 : b^2 = m : X$, e $X = \frac{m b^2}{a^2}$. Inoltre essendo le cariche atte a sollevare i soli pesi nella ragione de' cubi delle linee di minor resistenza (n. 26) sarà $a^3 : b^3 = n : Y$, ed $Y = \frac{n b^3}{a^3}$; onde essendo $p = X + Y$, sarà $= \frac{m b^2}{a^2} + \frac{n b^3}{a^3} = \frac{a m b^2 + n b^3}{a^3} = \frac{b^2}{a^3} \times (ma+nb)$

Con questa formula, credè il Belidoro, che si do-

dovessero determinar le cariche delle mine, le quali si trovano in vero molto differenti dalle cariche determinate cogli altri metodi. Si trova, secondo questi principj, calcolata una tavola dal Signor Belidoro.

29. Quantunque il Signor Lehnberg Professore dell'Artiglieria a Stokholm abbia cercato di rendere plausibile, e facile la suddetta teorica, siccome si rileva dagli Atti dell'Accademia Svedese (1), pure se si esamina con riflessione, si conosce insussistente. Infatti è impossibile che si possa determinare assolutamente la parte *m* della carica, senza che vi sia porzione di *n*, poichè come mai si può distaccare il solido fino alla superiore superficie, senza che il suo peso resista alla forza della polvere accesa. Inoltre, quantunque sia vero che qualora un corpo si rompe, la resistenza della coesione si regola dal piano di rottura, pure una sì fatta verità non è applicabile alle mine, poichè non vi

(1) Att. 1749 pag. 302.

vi è chi ignori, che il solido di scavazione, non si distacca semplicemente, e tutto intero dal resto della terra, ma resta diviso in minute parti. Adunque la forza della polvere viene impiegata a vincere la coesione di tutte le parti componenti il solido, e non di quelle soltanto che ne formano intorno intorno la superficie. Quindi non è vero che le resistenze della coesione sieno ne' solidi di scavazione come i quadrati delle linee di minor resistenza; giacchè la coesione a vincersi non è soltanto in un piano, ma nell'infinite parti, che compongono l'intero solido.

30. Per compruovare una sì fatta falsa teorica, che fu poi abbandonata dallo stesso Signor Belidoro, se n' intrapresero dal medesimo l'esperienze nel 1725 nella Fere, e si fecero delle nuove scoverte sulle mine. Si fece scoppiare una mina, che avea 10 piedi di linea di minor resistenza, e si caricò di 300 libbre, quandocchè se ne richiedevano 170 per produrre un solido di scavazione, in cui il diametro della base fosse doppio della linea di minor resisten-

za.

za. Il risultato dell'esperienza, fu, che il detto diametro si trovò di piedi 27 e pollici 3, e non già uguale, o minore di 20. Si fece scoppiare un'altra mina caricata di 980 libbre, e che avea 15 piedi di linea di minor resistenza. Si formò un incavo, di cui il diametro della base era di 40 piedi, e due pollici. Collo scoppio di altri fornelli si rilevò, che i diametri delle basi de' solidi di scavazione variavano secondo che le cariche erano diverse. Ed ecco come, per compruovare una teorica falsa, si cominciò ad iscovrire il vero meccanismo delle mine. La sorte dell'intendimento umano è tale, che va sovente incontro alla verità a traverso degli errori.

31. Il Belidoro comprovò le accidentali scoverte con molte altre esperienze. Si erano nel 1729 sì fatte scoverte appalesate, onde ebbe egli a soffrire molte traversie, poichè si opponevano a quelle del Sig. Megrigni, delle quali fu detto (n. 11). Essendo quindi insorte molte dispute sull'effetto delle mine, il Cav. Abouville Comandante della Scuola di Arti-

glie-

glieria alla Fere, ordinò dei nuovi esperimenti. Si caricarono le mine più di quello ch'era necessario per produrre i solidi ordinarj di scavazione in terreni conosciuti, e si trovò costantemente che i diametri delle basi degl'incavi si augumentavano a misura, che la carica era maggiore, tuttocchè restasse la stessa la linéa di minor resistenza.

32. Di tanti esperimenti che si fecero, si ha memoria di soli 12., che si sono annotati nella seguente tavola. Le mine furono fatte scoppiare in tre differenti sorte di terra, cioè in una terra giallastra, e sabbiosa; in un'altra mischiata con tufo assai duro; ed in una terza di argilla estremamente forte. La prima, e la seconda esperienza della tavola sono quell'istesse, che furono eseguite nel 1725, delle quali si è già parlato (n.30). Le altre rimanenti furono eseguite nel 1729, ed i diametri della sesta, della settima e dell'ottava, si trovano rapportati dal Sig. Muller, che assistè a detti esperimenti (1).

Espe-

(1) Vien questa tavola raportata dal Sig. Gens Tedesco, e ne dimostra la realità.

Esperimenti fatti alla Fere nell' an. 1725, e 1729	Linea di minor resisten.	Cariche	Diametri degl' incavi	
Num.	Piedi	libbre	Piedi	pollici
1	10	300	27	3
2	15	980	40	2
3	10	120	22	8
4	10	160	26	0
5	10	200	28	9
6	10	240	31	3
7	10	280	33	6
8	10	320	36	0
9	10	360	38	6
10	15	3600	70	0
11	15	2400	53	6
12	10	1000	45	4

33. Da sì fatte esperienze conobbe il Belidoro, che tutte le teoriche delle mine dedotte dall' esperienze, con poca attenzione, e forse con prevenzione fatte dal Sig. Megrigni, erano false; onde riflettendo, ed esperimentando sull' effetto della polvere, che si dilata accendendosi per istrati sferici, restò nella ferma opinione, che le mine, scoppiando, formano nelle ter-

re un globo di compressione; e che i solidi di scavazione, e conseguentemente i loro diametri augumentar si possono, e si possono altresì diminuire, secondo che si augumentano, e si minorano le cariche, sino ad un certo termine, sebbene non seguano la stessa proporzione.

ARTICOLO IV.

Della Teorica, che il Sig. Muller stabilì dopo aver assistito alle suddette esperienze della Fere.

34. Il Sig. Muller Professore dell' Accademia di Artiglieria in Voolwich dopo aver assistito à tutte l' esperienze, che il Sig. Belidoro fece nella Fere, diede alle stampe la sua Teorica sulle mine, quale si trova in un Trattato da esso lui stampato in idioma inglese sull' attacco, e sulla difesa delle Piazze (1). Stabilisce

(1) *The Attac, and defense of fortified Places* Iohn Muller. London 1757. 8.

lisce come una verità esperimentale, che il solido di scavazione sia un paraboloide troncato, il quale però si augumenta, e si diminuisce a misura che la carica si accresce, o si minora. Dà quindi l'espressione più semplice algebraica per calcolare il suddetto solido. Continua indi a risolvere tutti i problemi, che possono proporsi sulle mine, supponendo che sia stata eseguita una mina di pruova nel terreno istesso, o in altro dotato delle stesse qualità di quello, in cui le altre mine si vogliono far scoppiare.

35. Or siccome è in molta riputazione nonmeno la detta teorica, che l'applicazione, ch' ei ne dà per la soluzione de' problemi, ch' ei dimostra conforme all' esperienza, così è da notarsi, che malgrado le sublimi cognizioni matematiche, delle quali è il Muller fornito, calcola su principj falsi la solidità del paraboloide troncato, giacchè ne determina la solidità doppia in vece della semplice, e deduce da una determinazione sì fatta formole non vere, sebbene poi in applicarle dà de' veri risultati. Rapporto quì appresso la suddetta teorica retti-

ficata, per far indi rilevare quanto di sopra ho additato.

Fig. 1. 36. Si supponga quindi, che sia GEH un paraboloide intero; GED il troncato; ed AH il raggio della base. Se la ragione del diametro alla circonferenza è di $1 : p$, se si faccia $1 : p = 2$ AH ad un quarto proporzionale, sarà $2p AH$, ovvero $2p \times AH$ la circonferenza della base; onde la superficie della base sarà $= p \times AH^2$. Ma la solidità del paraboloide uguagliar deve la metà del cilindro, che ha la stessa base, e la stessa altezza. Dunque sarà espressa per $\frac{p AH^2 \times AE}{2}$. Similmente si trova che la base del paraboloide BED, che forma la parte tolta, è uguale a $p \times CD^2$, e la solidità $= \frac{p CD^2 \times CE}{2}$. Quindi il paraboloide troncato è uguale a $\frac{p AH^2 \times AE - p CD^2 \times CE}{2}$.

37. Or denominando m la linea di minor resistenza AC; ed n l'altezza CE sotto la camera; se in vece di AH^2, e di CD^2, si sostituiscano i valori che convengono come ordinate

nate di una parabola, il cui parametro è $= a$; la formula precedente si cangerà in quest'altra $\frac{pa \times \overline{m+n}^2}{2} - \frac{pan^2}{2} = \frac{pam \times \overline{m+2n}}{2}$. Finalmente se AF distanza dal punto A alla direttrice, che è uguale a $m+2n = \sqrt{AH^2 + AC^2}$, si esprima per b, e si tolga p come grandezza costante, ed inutile nell'equazione; sarà la solidità del paraboloide troncato espressa semplicemente per $\frac{amb}{2}$, o pure per $\frac{ab}{2}$, se le linee di minor resistenza sono uguali.

38. Per indicare ora gli errori, ne' quali il Muller è incorso, si esamini il ragionamento, che egli fa pag. 226. (Op. cit.), cambiando nell' espressioni algebraiche soltanto le lettere, per adattarle alla figura, di cui io mi servo. Esprime egli la ragione del raggio alla metà della circonferenza per $1 : p$. Indi soggiugne, poichè l'unità è a $2p$, ovvero il raggio alla circonferenza, come i quadrati de' raggi AH, CD alle aree dei loro cerchi; esprimerà $p\overline{AH}^2 \times AE$ il solido contenuto da GEH, e $p\overline{CD}^2 \times CE$ il so-

solido del paraboloide BED. Adunque la loro differenza $p\overline{AH}^2 \times AE - p\overline{CD}^2 \times CE$, esprimerà il solido del richiesto paraboloide troncato. Si legga tutto ciò in idioma inglese nella nota (1).

39. Non vi è, chi non sappia, che il diametro, e non già il raggio è alla circonferenza, come il quadrato di un raggio qualunque all'area del cerchio corrispondente; quindi le due espressioni additate di sopra $p\overline{AH}^2 \times AE$, e $p\overline{CD}^2 \times CE$ danno le solidità di due cilindri, che hanno le stesse basi, e le stesse altezze dei paraboloidi, che l'Autore intede determinare, ed i quali non sono invero che la metà dei cilindri istessi; onde avviene che la differenza delle medesime espressioni dà il doppio della solidità del richiesto paraboloide troncato.

40.

---

(1) „ *Then Because unity is to 2r, or the radius to* „ *the circumference as the squares of the radii CL, DA* „ *are to the areas of their circles; we have* $rED \times \overline{AD}^2$, „ *for the solid content of AEB, and* $rEC \times \overline{CL}^2$ *for the* „ *solid LEM; therefore their difference* $rED \times \overline{AD}^2 - $ „ $rEC \times \overline{CL}^2$, *will express the solid required*.

40. Avendo rettificata la suddetta formula del Signor Muller, per calcolare la solidità del paraboloide troncato; sempre che si abbia la mina di pruova, risolver si possono i quattro problemi principali, che si danno nella Scienza e nella pratica delle mine, e si dimostra l'esattezza delle risoluzioni, facendone il paragone cogli esperimenti fatti alla Fere dal Sig. Belidoro, che si sono rapportati in una tavola (*n*.32.)

Problema I.

41. Sia data la mina di pruova; e sia la linea di minor resistenza della mina che si vuol far scoppiare, la stessa della prima, variando la carica; si cerca il diametro della base del solido di scavazione.

Si trovi un quarto proporzionale in ordine alla carica della mina di pruova, a quella delle seconda mina, ed al solido conosciuto della stessa mina di pruova; e si avrà il solido di scavazione della mina che deve scoppiare (*n*.34). Se questo si pone uguale ad S, sarà $ab = 2S$ (*n*.37)

Ma per una delle proprietà della parabola è $b = m + \frac{1}{2}a$; quindi $2S = a \times \overline{m + \frac{1}{2}a}$. In sì fatta equazione è tutto noto, fuorchè a, che si può determinare, poichè $2S = a \times \overline{m + \frac{1}{2}a} = ma + \frac{1}{2}a^2$, onde $a^2 + 2ma = 4S$, ed $a = \sqrt{4S + m^2} - m$. Essendo dunque anche a noto, poichè il raggio AH, che si può denominare r, è ordinata della parabola, sarà $r^2 = a \times AE = a \times \overline{m + \frac{1}{4}a}$, ed $r = \sqrt{a \times \overline{m + \frac{1}{4}a}}$. Sarà quindi conosciuto il diametro cercato, come doppio di detto raggio.

42. Per dimostrare quanto di sopra è stato asserito, cioè, che deduca il Signor Muller da formole false, grandezze vere (n. 35), si osservi, che secondo i di lui calcoli si ha $a = \sqrt{2S + m^2} - m$, e il valore di S è doppio del vero valore, onde $2S$ secondo lo stesso Autore sono uguali a $4S$ calcolate nel modo additato di sopra, quindi nell'applicazione ch'ei fa di formole non vere determina grandezze vere, e quelle istesse, che colla di lui teorica rettificata sono state determinate.

43. Per compruovare l'esattezza della risoluzione cogli Esperimenti fatti alla Fere. Si prenda per mina di pruova la terza della citata tavola, e si supponga che si voglia far scoppiare la quarta.

Nella terza, la linea di minor resistenza è 10 piedi, il diametro 22, 8'; e la carica di libbre 120. Nella quarta la linea di minor resistenza è la stessa, e la carica di libbre 160. Si misuri in prima il solido di scavazione della mina di pruova con cercare il valore di b, e di a. Essendo $b = \sqrt{r^2 + m^2}, = \sqrt{11,4^2 + 10.^2} = \sqrt{229,96''}$, sarà il suo valore di 15, 16''. Inoltre $a = 4n$; e $b - m = 2n$, quindi l'istessa a è uguale a $2 \times \overline{b - m} = 2 \times \overline{15, 16'' - 10} = 2 \times 5, 16'' = 10,32''$. Che perciò la solidità del solido di scavazione, designato per $\frac{ab}{2}$ è uguale a $\frac{15, 16''}{2} \times 10,32'' = \frac{156, 5'}{2}$. Fatta una tal determinazione, si faccia come 120 carica della mina di pruova a 160 carica della mina che

si

si vuol far scoppiare, così 78, 3', ch' esprime la solidità del solido di scavazione della mina di pruova ad un quarto proporzionale, si avrà il numero 104 $\frac{1}{3}$., che è la solidità dell' incavo della mina che deve scoppiare.

Or se nella formola $a = \sqrt{4S + m^2} - m$, si sostituisca il valore effettivo della solidità determinata, e 'l valore della linea di minor resistenza nota; si trova $a = 12, 7'$, ed $m + \frac{1}{4}a = 13, 2'$. Quindi il raggio $r = \sqrt{a \times m + \frac{1}{4}a} = \sqrt{12, 7' \times 13, 2'} = \sqrt{167,64''} = 12, 96''$; ed il diametro conseguentemente sarà di piedi 25, 92''; vale a dire che differisce da quello dell' esperienza di soli otto pollici.

Problema II.

44. Sia la linea di minor resistenza della mina, che si vuol far scoppiare la stessa della mina di pruova, e sia dato il diametro del solido di scavazione; si cerca la carica.

Nel

Nel modo esposto nell'antecedente problema, si misuri la solidità de' due solidi di scavazione, essendovi i dati necessarj per farlo. Indi in ordine a sì fatti due solidi, ed alla carica della mina di pruova, si ritrovi il quarto proporzionale, il quale darà la carica richiesta (*n.* 34.) Per compruovare l'esattezza della risoluzione coll'esperienza; si prenda per mina di pruova la stessa della tavola (n. 32.), in cui la solidità dell'incavo è 78, 3', e la carica libbre 120. Si supponga inoltre che si voglia far scoppiare la quarta mina, il cui solido di scavazione calcolato è 104. $\frac{1}{3}$'. In ordine a 78, 3', a 104$\frac{1}{3}$', a 120 si trovi il quarto proporzionale, il quale è di 160, 40", vale a dire che la carica ritrovata col calcolo differisce da quella dell'esperienza per meno di mezza libbra.

Problema III.

45. Data la mina di pruova, si vuole in un'altra mina determinare il diametro del solido

do di fcavazione; qualora fia data una diversa carica, ed una diversa linea di minor refiftenza.

Si è dimoftrato (n. 37.), che effendo diverfe le linee di minor refiftonza, il folido di fcavazione defignato per S fia uguale ad $\frac{amb}{2}$.

Or fe in luogo di b fi foftituifca il fuo valore $m+\frac{1}{2}a$; farà $2S = am \times \overline{m+\frac{1}{2}a}$; e riducendo l'equazione farà $m^2+2ma = \frac{4S}{m}$; onde a $= \sqrt{\frac{4S}{m}+m^2}-m$. Quindi effendo il raggio dinotato $r = \sqrt{a \times \overline{m+\frac{1}{2}a}}$, refta anch'egli noto, e confeguentemente noto il diametro, che n'è il doppio.

46. Per comprovare una sì fatta rifoluzione coll'efperienza, fi prenda per mina di pruova, la prima della tavola (n. 32.), la cui linea di minor refiftenza è di piedi 10, e'l diametro della bafe dell'incavo 27, 25, e la carica di libbre 300. Sia poi la mina, che fi vuol far fcoppiare la feconda della tavola iftefsa, la cui linea di minor refiftenza è di

piedi

piedi 15, e la carica di 980 libbre; e si cerchi di quest'ultima il diametro.

Per avere il solido di scavazione della mina di pruova, si fa per la formula, che S è uguale ad $\frac{amb}{2}$. Or siccome $m = 10$; $b = \sqrt{r^2+m^2} = \sqrt{13,\ 62^2+10^2} = 16,\ 88''$, ed $a = 2\times b - m = 13,\ 76''$; sarà adunque $S = \frac{amb}{2} = 1161,\ 344'''$. Per determinar poi la solidità del solido di scavazione della mina, che si vuol far scoppiare, si trovi il quarto proporzionale in ordine a 300 carica della prima mina, a 980 carica della seconda, ed a 1161, 344''' solidità dell'incavo della prima; e 'l numero 3445, 3', sarà la solidità cercata del solido di scavazione della mina che deve scoppiare.

Inoltre essendo $a = \sqrt{\frac{4S}{m}+m^2} - m = 18,81''$; ed $r = \sqrt{a\times m + \frac{1}{4}a^2}$, si ritrova il raggio della base del solido di piedi 19,32''; e conseguentemente il diametro di 38,64'', cioè a dire poco differente da quello della esperienza, ch'è di $40\frac{1}{4}$.

Pre-

Problema IV.

47. Data la mina di pruova, si cerca la carica di un'altra mina che si vuol far scoppiare, in cui sieno dati il diametro del solido di scavazione, che si vuole produrre, e la linea di minor resistenza diversa da quella della mina di pruova.

Si determini primamente la solidità dell'incavo della mina di pruova. Indi per le grandezze date m, ed r della mina, che si vuol far scoppiare, si trovi il valore di $b = \sqrt{r^2 + m^2}$, e di $a = 2 \times \overline{b - m}$, e si avrà il valore anche di $S = \frac{amb}{2}$, poichè è noto; o sia la solidità dell'incavo della seconda mina. Si trovi finalmente il quarto proporzionale in ordine al solido di scavazione della mina di pruova, all' altro della seconda mina, ed alla carica della mina di pruova istessa, e si avrà la carica richiesta (n. 34.)

48. Per rapportare una sì fatta risoluzione all' esperienze, si prenda la prima mina della tavo-

tavola per mina di pruova, e la seconda per quella che si vuol far scoppiare. La carica della prima è 300 libbre, la solidità dell'incavo secondo si è determinata nel problema antecedente è 1161, 344. La linea di minor resistenza della mina a costruire è di 15 piedi, e 'l diametro dell'incavo di 40; quindi $b = \sqrt{15^2 + 20,08^2} = 25,08$; ed $a = \sqrt{2 \times 25,08 - 15} = 20,16$; onde $S = \frac{20,16 \times 15 \times 25,08}{2} = 3793,08$. Si ritrovi il quarto proporzionale in ordine a 1161, 344; a 3793, 08, ed a 300, il quale è 979, 15, che dà la carica richiesta poco differente dall'esperimento, in cui è di 980 libbre.

49. Dalle cose esposte in questo Articolo, si rileva, che la teorica del Muller rettificata, ch'è nell'essenza in buona parte conforme a quella del Sig. Belidoro, venga verificata bastantemente dall'esperienze. Intanto non viene molto appruovata da' Minatori per più ragioni; 1. per la necessità che si ha di avere una mina di pruova, lo che non si può eseguire nell'attac-

co

co delle piazze nemiche. Questa difficoltà s' incontra però in tutte le Teoriche. 2. Per la necessità che si ha di ammettere quel dato solido di scavazione, onde si ha bisogno di calcolo. 3. Per non essersi in detta teorica stabilito il limite, fino al quale possano i diametri delle basi de' solidi di scavazione augumentarsi rapporto alla linea di minor resistenza, giacchè non è da supporsi che proceda all' infinito. Se ne può intanto far uso fino ad un certo limite, il quale va a restar determinato dalle altre esperienze, delle quali si dirà nell' Articolo seguente.

ARTICOLO V.

Si rapportano altre esperienze più recenti sull' effetto delle mine, e si mette in chiaro la Teorica del Sig. Belidoro.

50. La Teorica del Sig. Belidoro, quantunque non era ancor pubblica per mezzo della

stam-

ſtampa, era nota a tutte le ſcuole dell' Artiglieria di Francia, le quali cercarono di dimoſtrarla inſuſſiſtente. Il Comandante della ſcuola della Fere, ordinò che ſi faceſſero nuove eſperienze per dar fine alle infinite diſpute, che erano inſorte. Fece a tal' effetto coll' aſſiſtenza del Sig. Belidoro, nel meſe di Giugno del 1732. coſtruire in un terreno vicino alla Fere, una mina. Avea queſta una linea di minor reſiſtenza di piedi dieci, e fu caricata di 1200 libbre di polvere. Fece poi coſtruire intorno alla camera della ſteſſa mina, ed allo ſteſſo piano orizzontale della medeſima, quattro gallerie; la prima diſtava dal centro della camera per piedi 25; la ſeconda per 30; la terza per 35; e la quarta per 40. Di più fu coſtruita un' altra galleria 13 piedi al di ſotto della camera. Tutte sì fatte gallerie erano ſoſtenute con forti puntelli di legno di quercia. Si fece una tal mina ſcoppiare ai 22 di Giugno del detto anno; ſi ritrovò che il diametro della baſe del ſolido di ſcavazione era di 45 piedi; che la profondità del ſolido era

 di

di 16; e che le gallerie erano quasicchè tutte rovinate, senza eccettuarne la sottoposta alla camera.

51. Questa esperienza dovea bastare, per convincere gli avversarj del Sig. Belidoro, che le massime del Sig. Megrigni erano false, e che l'esperienze, dalle quali si erano dedotte, non erano state ben istituite. Seguitarono pure le dispute, ed attribuirono l'effetto di questa mina alla qualità del suolo, ch'era di una spezie di creta molto dura e compatta, sul quale le gallerie, e la camera delle mine eran poste; s'immaginò che la forza della polvere accesa, si avea fatto strada ad agire per un sensibile spazio, che era tra'l suolo suddetto, e le terre superiori; senza badare che un tal raziocinio non potea aver luogo riguardo alla galleria sottoposta all'istesso suolo per 13 piedi, che restò puranche ruinata.

52. Dal 1732 fino al 1753, il Sig. Belidoro non ardì di fare altre esperienze, per non attirarsi addosso sempre più l'inimicizia di tutti gli Uffiziali di Artiglieria, e de' Minatori.

In

In questo tempo avendosi egli acquistata la protezione, e l'amicizia del Duca di Belleisle, propose un metodo di poter ruinare le gallerie di una Piazza controminata, per mezzo di mine caricate sovrabbondantemente, acciocchè con questo pretesto gli fosse permesso d'intraprendere altre esperienze. In una Terra adunque del detto Sig. Duca, nomata Bisy, si costruì una mina, della quale, eccone un breve dettaglio.

53. La linea di minor resistenza era di 12 piedi, la carica di 3000 libbre. La camera, ch'era cubica veniva circondata da quattro gallerie, le quali procedevano con un pendìo parallelo a quello, che avea ivi la superficie del terreno. La galleria BC, avea 72 piedi di lunghezza, ed avea da C fino in B un pendìo di sei piedi, ed era interamente costruita con mura. La galleria CD era lunga 60 piedi, ed avea 5 piedi di pendìo da C fino in D; con esser rivestita di mura da C fino in G, cioè per 48 piedi, essendo il rimanente sostenuta con legno di quercia. La galleria AD avea *Fig. 2.*

D 2 72.

72 piedi di lunghezza, ed un pendìo di 5 piedi e quattro pollici da D fino ad A, ed era tutta sostenuta con puntelli di legno di quercia. Finalmente la galleria AB, avea 60 piedi di lunghezza, ed era il pendìo di B in A di soli tre piedi. Da B fino ad L, o sia per 48 piedi era rivestita di mura; e'l rimanente era puntellata con legno di quercia. Il piano del rettangolo intero ABCD avea nella lunghezza AD un pendìo di 6 piedi, e tre pollici.

54. La profondità media del suolo delle gallerie era di 15 piedi, ed erano le medesime alte piedi 6, e larghe 3. Il centro della camera era alla profondità di piedi 12. La camera non era in mezzo del rettangolo, poichè PE era di 24 piedi, PF 30; PI 36; PM 42. Finalmente si era in A scavato un pozzo profondo 29 piedi; dal medesimo lungo la diagonale AC si era costruita una galleria, che passava per di sotto la camera P, in modo che il cielo della medesima n'era distante per piedi 14. Nel profilo; A rappresenta l'

Fig. 3.

aper-

apertura del pozzo; AT la profondità; e TQ la galleria ſottopoſta alla camera P.

55. Queſta mina ſi fece ſcoppiare il giorno 18 di Giugno del 1753. Formò un incavo profondo 18 piedi. Il diametro della ſua baſe ſi ritrovò di piedi *66*. Delle gallerie che formavano il rettangolo, reſtarono intatte ſoltanto le parti, AL di 12 piedi, AK di 18, HD di 12, e DG anche di 12. Della galleria poi ſottopoſta alla camera non vi reſtò che TR di 24 piedi, ſiccome ſi oſſerva nella figura del profilo.

Queſta eſperienza dimoſtra ad evidenza, che l'effetto della polvere ſi manifeſta nelle mine altresì, come altrove intorno intorno per iſtrati ſferici. Quindi ſi manifeſta nelle terre la ſua ſfera di attività, o ſia un globo di compreſſione. Nè vale l'opporre, che l'effetto non ſia del tutto uguale nelle diverſe gallerie; poichè queſta ineguaglianza attribuir ſi deve all'eterogeneità del terreno, ed alla differenza della coſtruzione delle gallerie; comunicandoſi lo ſcuotimento più lontano ne' muri, che nelle puntellature di legno.

56. Il Sig. le Febvre Ingegnere al servizio del Re di Prussia, nel 1754. fece una consimile esperienza in Potsdam. Avea la mina 15 piedi di linea di minor resistenza, e fu caricata con libbre 3300 di polvere. Si noti che questa carica non è corrispondente alla regola, colla quale il Sig. Belidoro stabiliva le cariche sovrabbondanti; poichè prendeva il Belidoro il triplo de' piedi, che contenea la linea di minor resistenza, lo moltiplicava per 100, ed avea col prodotto la carica. Si fece la mina scoppiare, e si trovò che il diametro della base del solido di scavazione, era di piedi *66*, e la profondità di piedi 18; e si osservarono le gallerie rotte nel modo istesso, che si è detto sull'esperienza del Sig. Belidoro (1).

57. Nel 1759 l'istesso Sig. Belidoro fece costruire un'altra mina a Verdun che avea 12 piedi di linea di minor resistenza, e vi proporzionò, secondo la regola anzidetta, la carica

---

(1) Si legga lo stesso Sig. Le Febvre. *Essai sur le Mines*.

rica di 3600 libbre. Collo scoppio della medesima si produsse un incavo, il diametro della base del quale era 72 piedi, vale a dire sei volte maggiore della linea di minor resistenza (1).

58. Nel 1765 si fece a Maestricht un'altra consimile esperienza avanti i Deputati del Consiglio di Stato. Avea la mina una linea di minor resistenza di 12 piedi. La sua carica fu di mille libbre. Era la camera circondata da quattro gallerie, che formavano un parallelogrammo, e da una quinta che passava 13 piedi sotto la medesima. Collo scoppio si osservò che il diametro della base dell'incavo era di piedi 52; e che le gallerie orizzontali erano ruinate fino alla distanza di 34 piedi dalla camera; e che rovesciata restò del pari la galleria sottoposta, anzi la polvere lasciò tracce della sua azione verso questa parte fino a 22. piedi e mezzo.

59. Finalmente si fece nel mese di Dicem-

 bre

(1) Si legga il Sig. d'Etien *Traité des Mines*, dal quale si fa menzione di questa esperienza.

bre dell'anno 1770 in Brunswick un'altra esperienza dal Sig. Schneller Tenente Colonnello, e Capo del Corpo de' Minatori del Re di Prussia, e si osservarono gli stessi effetti (1).

60. Tutte sì fatte esperienze dimostrano ad evidenza. 1. Che la polvere accesa ne' fornelli di mina formi nella terra una sfera di attività, o sia un globo di compressione. 2. Che non sia vero, che il diametro della base del solido di scavazione non possa esser nè maggiore, nè minore del doppio della linea di minor resistenza, poichè può variare questa proporzione fino ad un certo limite, variando le cariche. 3. Che avendo una mina di pruova, le cariche delle mine, che si voglion far scoppiare in terreni omogenei, esser debbono come i cubi de' raggi delle sfere di attività; e ne' terreni eterogenei in ragion composta de' detti cubi, e delle tenacità, che hanno le terre; e che non vi sia conseguentemente necessità di de-

(1) Il Sig. Geus Tedesco dà i dettagli di quest' ultima esperienza. Non si sono distintamente descritte tutte l'esperienze addotte poichè, sarebbe una ripetizione dell'esperienza del Sig. Belidoro del 1753.

determinare la figura del solido di scavazione, ch'è tuttavia incognita.

61. Quanto alla prima delle suddette tre conseguenze, non è da negarsi, che sembra sorprendente, come la polvere possa agire nelle terre al di là del quadruplo, e del quintuplo della linea di minor resistenza, quando per questa parte ha una uscita libera alla quarta, ed alla quinta parte delle stesse distanze. Il Sig. Belidoro cercò di rendere ciò intelligibile, mettendo a conto la pressione dell'aria sulla base del solido di scavazione. Senza intanto ricorrere alla pressione suddetta, si può piuttosto dire, che resistendo il cielo della galleria sulla camera, almeno pel tempo, in cui la polvere può accendersi nella maggior parte, seguita che sia l'infiammazione, il fluido sviluppato fa il suo sforzo contro tutte le parti della camera, entra nelle terre, e si dilata fino a che non sia in equilibrio coll'aria naturale. Or se in questo tempo avvenga, che una porzione de' raggi della sfera di attività si apra una strada per qualche parte, i raggi rimanenti seguiranno

no il cammino, pel quale sono stati determinati nel tempo dell'infiammazione, non avendo dopo l'impulso della medesima niente più di comune, purchè non s'incontrino in corpi duri, o elastici, che gli respingano indietro.

62. La seconda conseguenza è dimostrata ad evidenza dall'esperienze, nè ripugna ad alcun principio fisico. Le sono contrarie l'esperienze del Megrigni; ma furon esse fatte con quella esattezza, che si sono eseguite le altre annotate negli antecedenti Articoli. Non vi è chi l'assicuri, oltre di che non si niega, che i diametri delle basi de' solidi di scavazione, possano essere il doppio della linea di minor resistenza, qualora le cariche vi sieno proporzionate, poichè è questo un caso particolare della teorica del Sig. Belidoro.

63. La terza conseguenza è chiara per le cose dette. Imperocchè essendo gli effetti della polvere proporzionati alle quantità di essa; saranno le sfere di attività altresì proporzionate alle medesime. Ma i corpi sferici sono come i cubi dei loro raggi; adunque le cariche che

si

si debbono impiegare per produrre sfere diverse di attività, in terreni omogenei, sono altresì come i cubi de' loro raggi; e nelle terre eterogenee in ragion composta de' detti cubi, e delle tenacità che hanno le terre istesse.

ARTICOLO VI.

Si sviluppa vie più l'anzidetta teorica delle mine, per trarne maggior vantaggio nella pratica applicazione.

64. Per dare maggiore estensione all' esposta teorica, bisogna mettere in chiaro i seguenti oggetti. I. Convien determinare il metodo, col quale si possa stabilire la dilatazione della sfera di attività. II. Fissar si debbono i limiti del rapporto, che aver deve la linea di minor resistenza col raggio della sfera di attività. III. Determinati esser debbono altresì i limiti del rapporto, che può avere la linea di minor resistenza col diametro del solido di scavazione. IV. E' necessità di far conoscere, come la sud-

det-

detta teorica è applicabile anche nel caſo, in cui ſi vogliano ſolidi di ſcavazione, che abbiano i diametri delle loro baſi doppj della linea di minor reſiſtenza, regolandoſi ſu queſta ſuppoſizione l'arte di controminare.

65. Or quanto al primo oggetto. Non è da metterſi in dubbio, che conſiderando il ſemidiametro dell'incavo, e la linea di minor reſiſtenza, come due lati di un triangolo rettangolo, l'ipotenuſa dar deve il raggio della sfera di attività. Imperocchè qualora ciò ſi nieghi, il raggio della detta sfera eſſer deve o più lungo, o più corto di detta ipotenuſa; ma ammettendo l'una, o l'altra di sì fatte ſuppoſizioni, ſi deve produrre un diametro o più grande, o più piccolo; lo che ripugna al fatto. Quindi notando in una mina di pruova con eſattezza il diametro dell'incavo, e la linea di minor reſiſtenza, ſi può determinare il raggio della sfera di attività. Per determinarlo poi nelle mine, che ſi vogliono far ſcoppiare, è neceſſario che ſieno date o la linea di minor reſiſtenza, e 'l diametro; ovvero la cari-

rica. Infatti co' primi dati si determina, come nella mina di pruova; dando poi la carica si determina con estrarre la radice cuba dal quarto proporzionale in ordine alla carica della mina di pruova, a quella della mina che si vuol far scoppiare, ed al cubo del raggio di attività della stessa mina di pruova, come è chiaro per le cose dette (n. 63.)

66. Una sì fatta maniera di determinare i raggi della sfera di attività si trova uniforme all'esperienza. Nella prima dell'esperienze fatte dal Belidoro, rapportate nella tavola (n. 32.) la carica è di 300. libbre; la linea di minor resistenza è di diece piedi; e 'l diametro è di piedi 27, 3; onde se si calcola il raggio della sfera di attività si trova di piedi 17. Or si supponga che si voglia far scoppiare una mina, la cui linea di minor resistenza sia la stessa, ma che la carica sia aumentata a 1000 libbre; se si faccia come 300: 1000, così il cubo di 17 ad un quarto proporzionale, e da questo si estragga la radice cuba, questa che è di piedi 25; darà il rag-

gio

gio della sfera di attività della ſeconda mina. Se nella eſperienza 12.ª della citata tavola, in cui la carica è ſtata effettivamente di 1000 libbre, e la linea di minor reſiſtenza di 10 piedi, ſi facciano i quadrati, della metà del diametro, e della linea di minor reſiſtenza, e dalla ſomma ſe n'eſtragga la radice quadrata, ſi trova che l'ipotenuſa, che dar deve il raggio della sfera di attività, differiſce di poco da 24 $\frac{1}{4}$. Queſto metodo di calcolare ſi trova con ſufficiente approſſimazione conforme altresì all' eſperienza di Belidoro fatta in Biſy, ed a quella del Sig. le Febvre eſeguita a Potsdam, nelle quali ſi trova determinato in effetti ad un dipreſſo il raggio della sfera di attività.

67. Da quanto ſi è detto ſi rileva, che, qualora ſia data una carica coſtante, ſe varia la linea di minor reſiſtenza deve variare il raggio della baſe dell'incavo, e conſeguentemente il diametro; ed all'oppoſto variando il diametro, variar deve la linea di minor reſiſtenza. Per riſolvere intanto i problemi, che ſi poſſono intorno alle mine proporre, ſi noti che qualun-

lunque variazione si dia, sarà sempre la somma de' quadrati della linea di minor resistenza, e della metà del diametro, uguale al quadrato del raggio della sfera di attività. Quindi se si voglia un altro diametro minore di quello della mina di pruova, ma che la carica sia la stessa; determinato il raggio della sfera di attività, se si tolga dal suo quadrato il quadrato della metà del diametro, e dal residuo si estragga la radice quadrata, si avrà la linea di minor resistenza. Ed all' opposto volendo far uso di un' altra linea di minor resistenza, si può in un modo consimile determinare il diametro.

68. Essendo inoltre la carica la stessa, diminuendo la linea di minor resistenza, si deve augumentare il diametro della base dell' incavo, ed accrescendosi, si deve diminuire. Intanto, si avverta, che diminuendosi di molto la linea di minor resistenza, non troverebbe la polvere resistenza sufficiente verso il cielo della camera, onde formandosi un' apertura prima che si fosse in buona parte infiammata, non si può formare la sfera di attività (n. 61.), e 'l

dia-

diametro dell'incavo sarà minore. Di più qualora la linea di minor resistenza si rende molto grande, che si va ad uguagliare al raggio della sfera di attività, l'effetto della mina si rende insensibile. Qualora finalmente resta la stessa la linea di minor resistenza, e si augumentano le cariche, augumentar si debbono i raggi della sfera di attività, e conseguentemente i diametri, ma questo augumento si deve fare sino ad un certo limite; quindi si conosce la necessità di esaminare il secondo, ed il terzo oggetto proposti (n. 64.).

69. Quanto al secondo oggetto, si rifletta, che per determinar i limiti del rapporto che aver deve la linea di minor resistenza col raggio della sfera di attività, quantunque molte possano essere le posizioni, che questa può avere riguardo alla superficie della terra, in cui la mina si fa scoppiare, pure si debbono considerar quelle, in cui la linea di minor resistenza è minore del raggio della sfera di attività; e di queste che pur possono essere moltissime, convien determinarne due, cioè quel-

la, in cui la linea di minor resistenza si rende cotanto piccola, che non dandosi tempo all'infiammazione della polvere, si va a produrre un incavo più piccolo; e l'altra in cui la sfera d'attività non produce alcun incavo, poichè la linea di minor resistenza si approssima molto ad uguagliare il raggio della sfera.

70. Quanto alla determinazione della minor linea di resistenza rapporto al raggio, non si hanno esperienze, che la diano con esattezza, ma soltanto con approssimazione sufficiente. Infatti dalla 10 esperienza della tavola rapportata (n. 32.), la linea di minor resistenza era di 15 piedi, il diametro 70. Se si faccia il calcolo, si ritrova il raggio della sfera di attività di piedi 38, 02. Dunque la linea di minor resistenza ch'è di 15, è 0, 39 del raggio istesso. Fatto il calcolo nell'esperienza 12, si ritrova che la linea di minor resistenza è 0, 40 del raggio, o sia ad un di presso 4 decimi. Se poi si ha riguardo alla mina che il Sig. Belidoro fece scoppiare nel 1753, di cui si è detto (n. 53 a 55), si trova che la linea di

minor resistenza e 34 centesimi del raggio della sfera di attività. Infine siccome per l'esperienza fatta in Verdun (n. 57), la linea di minor resistenza è la sesta parte del diametro, così facendo il calcolo della lunghezza del raggio, si ritrova, che la medesima si può per approssimazione stabilire uguale a 3 decimi del raggio della sfera di attività; nella maggiore diminuzione che si voglia alla medesima dare (1).

71. Per istabilire poi la maggior lunghezza che può la linea di minor resistenza avere rispetto al raggio, si sa che il Sig. Belidoro, avendo costruita una mina, che avea la stessa linea di minor resistenza di quella notata nella 12 esperienza della tavola più volte citata, la ca-

(1) Se si volesse prestar fede ad una esperienza, che il Sig. Struense dice di aver veduta alla Fere, in cui il diametro della base dell' incavo era settuplo della linea di minor resistenza, il minor limite di questa sarebbe due decimi ad un di presso del raggio della sfera di attività.

caricò di 80 libbre di polvere. Avendola fatta scoppiare, produsse un monticello alto due piedi. Or se si cerca il raggio della sfera di attività in questa supposizione, si trova di piedi 11; onde la linea di minor resistenza ch' era di 10 piedi, facea 9 decimi in circa del raggio. Esperimentò lo stesso Belidoro altra volta, che una mina che avea 15 piedi di linea di minor resistenza, e ch' era caricata di 90 libbre di polvere, produsse, scoppiando, un' eminenza sferica di tre piedi di altezza, e 20 di diametro nella superficie della terra. Or essendo probabile, che il raggio della sfera di attività fosse 18., la linea di minor resistenza è $\frac{5}{6}$, o sia 833 millesimi del raggio della sfera di attività, che formano 8 decimi in circa del raggio istesso. Non vi sono altre esperienze per istabilire con più esattezza questo secondo limite, che aver deve il raggio rispetto alla linea di minor resistenza, la quale essendo minore di 8 decimi, assi a credere, che si comincino a produrre degli incavi.

72. Dalle cose dette si può conchiudere, che

 se

se si abbia una mina di pruova in un dato terreno, e di questa se ne sappia la carica, il diametro della base dell' incavo, la linea di minor resistenza, e 'l raggio della sfera di attività, che si può determinare (n. 65.); qualora colla stessa carica si vogliano incavi maggiori, si potranno ottenere con diminuire la linea di minor resistenza, sino a che divenga uguale a 3 decimi del raggio della sfera di attività della mina di pruova; qualora poi si vogliano incavi minori, si potrà accrescere la linea di minor resistenza, fino a che sia uguale a 8 decimi dell'istesso raggio. Si avverta, che a proporzione che la linea di minor resistenza si approssima ai 3 decimi del raggio, oltre agl' incavi che diventano maggiori, le materie si elevano più in alto, e son gettate a distanze maggiori circolarmente; ed all' opposto a misura che se ne discosta, e che si approssima agli 8 decimi del raggio, le materie si sollevano meno, e ricadono in buona parte nell' incavo; poichè a proporzione che divien minore la linea di minor resistenza, il peso soprastante alla

pol-

polvere è minore, onde vien elevato di più; ed essendo l'incavo più esteso, i raggi della sfera di attività sono più obbliqui, e quindi le materie sono gettate intorno intorno a distanze maggiori.

73. L'esame del terzo oggetto è stato compreso nell'esame del secondo. Infatti se la linea di minor resistenza non può essere minore di 3 decimi del raggio, sarà ella al diametro come 3 : 19, lo che corrisponde altresì per approssimazione all'esperienza del Belidoro, in cui si trovò il diametro della base dell'incavo sei volte maggiore della linea di minor resistenza. Inoltre, se questa non può esser maggiore di 8 decimi del raggio, non potrà eccedere i due terzi del diametro.

74. Con sì fatti principj si potrebbero formare delle tavole, nelle quali col mezzo di una mina di pruova, cambiando le linee di minor resistenza, fossero determinate tutte le cariche, le quali dassero tutti i diametri compresi tra' limiti stabiliti. Le dette tavole si potrebbero cominciare dal diametro di quell'

incavo, in cui la linea di minor resistenza n'è i due terzi, e continuarle fino a quello che comprende sei volte la linea istessa di minor resistenza, potendo augumentare i diametri di due piedi in due piedi, e vi si potrebbero annotare i corrispondenti raggi delle sfere di attività. Intanto, siccome in volerle sì fattamente costruire, crescerebbero di molto, dovendosene formar tante, quante possono essere diverse le linee di minor resistenza, così per averne un numero sufficiente nella pratica, se ne possono stabilir quattro; nella prima delle quali la linea di minor resistenza sia di 5 piedi; nella seconda di 10; nella terza di 15; e nella quarta di 20.

75. Or se voglians avere per ben fondate l' esperienze fatte alla Fere dal Sig. Belidoro, ed annotate (n. 32.) si potrebbe, ne' casi ove s' incontrano le stesse qualità di terre, in cui furono fatte, far uso delle tavole calcolate co' suddetti principj, dal Sig. Geus Professore dell' Università di Copenhague, che qui sotto si sono registrate.

Ta-

Tavola I., in cui la linea di minor resistenza è di 5. piedi.

Diametri degl'incavi	Cariche della polvere			Raggi della sfera di attività
	In un terreno di poca consist.	In un terreno mediocre.	In terreno forte.	
Piedi	Libbre	Libbre	Libbre	Piedi
8	9, 3	15, 8	18, 5	6, 4
10	12, 5	21, 2	25--	7, 07
12	16, 8	28, 6	33, 6	7, 8--
14	22, 5	38, 2	45	8, 6
16	29, 6	50, 4	59, 2	9, 43
18	38, 5	65, 5	67	10, 3-
20	49, 4	83, 9	98, 8	11, 18
22	62, 3	106	124, 6	12, 08
24	77, 6	132	155, 2	13 --
26	95, 5	163, 3	191	13, 9
28	116, 1	192, 9	132, 2	14, 9
30	139, 7	237, 5	279, 4	15, 8

Tavola II., in cui la linea di minor resistenza è di 16 piedi.

Cariche della polvere.

Diametri degl'incavi	In un terreno di poca consisten.	In un terreno mediocre	In un terreno forte	Raggi delle sfere di attiv.
Piedi	Libbre	Libbre	Libbre	Piedi
16	74	126	148	12, 8
18	86	146	172	13, 4
20	100	170	200	14, 1
22	116	197	232	14, 8
24	134	229	269	15, 6
26	155	265	312	16, 4
28	180	306	360	17, 2
30	207	352	414	17, 8
32	237	403	474	18, 8
34	271	461	542	19, 7
36	308	524	617	20, 5
38	349	594	699	21, 5
40	395	671	790	22, 4
42	444	756	889	23, 3
44	498	848	975	24, 2
46	557	947	1115	25 —
48	621	1056	1242	26 —
50	690	1200	1380	26, 9
52	764	1299	1528	27, 9
54	843	1434	1686	28, 8
56	929	1543	1858	29, 7
58	1020	1735	2040	30, 7
60	1117	1900	2234	31, 6

Tavola III., in cui la linea di minor resistenza è di piedi 15.

Diametri degl' incavi	Cariche della polvere			Raggi della sfera di attività.
	In un terreno di poca consist.	In un terreno mediocre	In un terreno forte	
Piedi	Libbre	Libbre	Libbre	Piedi
22	225	383	450	18, 4
24	250	425	500	19, 2
26	276	469	552	19, 9
28	305	519	610	20, 5
30	337	573	674	21, 2
32	372	633	744	21, 9
34	411	700	822	22, 7
36	454	772	908	23, 4
38	501	852	1002	24, 2
40	558	949	1116	25 —
42	607	1032	1214	25, 8
44	667	1134	1334	26, 6
46	731	1243	1462	27, 5
48	801	1359	1602	28, 3
50	873	1485	1746	29, 2
52	955	1618	1910	30 —
54	1039	1770	2078	30, 9
56	1132	1926	2264	31, 8
58	1285	2091	2570	32, 7
60	1333	2267	2666	33, 5
62	1443	2454	2886	34, 4
64	1560	2652	3120	35, 3
66	1683	2855	3366	36, 3

Con-

Continuazione della Tavola III.

68	1856	3089	3712	37, 2
70	1951	3318	3902	38, 1
72	2101	3564	4202	[illegible]
74	2249	3873	4498	39, 9
76	2410	4097	4820	40, 9
78	2645	4497	5290	41, 8
80	2755	4685	5510	42, 7
82	2941	4954	5982	42, 7
84	3135	5330	6270	44, 6
86	3338	5675	6676	45, 5
88	3550	6035	7100	46, 5
90	3772	6413	7544	47, 4

Ta

Tavola IV., in cui la linea di minor resistenza è di 20 piedi.

Diametri degl' incavi	Cariche della polvere			Raggi della sfera di attività
	In un terreno di poca con.	In un terreno mediocre	In un terreno forte	
Piedi	Libbre	Libbre	Libbre	Piedi
30	552	938	1104	25 —
32	594	1010	1188	25, 6
34	639	1086	1278	26, 3
36	688	1160	1376	26, 9
38	742	1261	1484	27, 6
40	810	1357	1620	28, 3
42	862	1465	1724	29 —
44	929	1579	1858	29, 7
46	1000	1701	2000	30, 5
48	1078	1832	2156	31, 3
50	1160	1972	2320	32 —
52	1247	2121	2494	32, 8
54	1338	2279	2676	33, 6
56	1440	2448	2880	34, 4
58	1544	2627	3088	35, 2
60	1656	2817	3312	36 —
62	1774	3017	3548	36, 9
64	1899	3229	3798	37, 7
66	2031	3453	4062	38, 6
68	2169	3688	4338	39, 5
70	2314	3936	4628	40, 3
72	2465	4197	4930	41, 2
74	2630	4471	5260	42 —

Continuazione della Tavola IV.

76	2799	4758	5598	42, 9
78	2976	5059	5952	43, 8
80	3161	5376	6322	44, 7
82	3365	5704	6720	45, 6
84	3558	6049	7116	46, 5
86	3770	6409	7540	47, 4
88	3990	6784	7980	48, 3
90	4221	7171	8442	49, 2
92	4461	7583	8922	50, 2
94	4710	8012	9420	51 —
96	4970	8449	9940	51, 9
98	5240	8908	10480	52, 9
100	5520	9384	11040	53, 8
102	5814	9879	11622	54, 7
104	6113	10390	12226	55, 6
106	6425	10920	12850	56, 5
108	6749	11470	13498	57, 2
110	7085	12040	14170	58, 5
112	7432	12630	14864	59, 5
114	7791	13220	15582	60, 4
116	8162	13870	16324	61, 4
118	8546	14530	17092	62, 3
120	8942	15200	17884	63, 2

76. Poſſono le ſuddette tavole renderſi altresì utili, allorchè ſi vogliano far ſcoppiare delle mine in terreni diverſi da quelli pe' quali ſono ſtate coſtruite, e ſe ne vogliano determinare le cariche. Infatti ſe ſi ſtabiliſca una mina di pruova, che abbia una linea di minor reſiſtenza, ed un diametro compreſo nelle tavole, e ſi notino le cariche della mina di pruova, e della tavola; volendo far ſcoppiare un' altra mina, che abbia un' altra linea di minor reſiſtenza, ed un altro diametro contenuto però nelle tavole iſteſſe; ſi faccia come la carica della tavola corriſpondente alla prima linea di minor reſiſtenza, ed al primo diametro, alla carica della mina di pruova, così la carica della tavola iſteſſa corriſpondente al diametro, ed alla linea di minor reſiſtenza della mina di pruova, ad un quarto proporzionale, darà queſto la carica richieſta, ſiccome è chiaro per le coſe dette. Sia per eſempio la linea di minor reſiſtenza della mina di pruova di dieci piedi, e il diametro di 20, e la carica di 150 libbre. Si ritrova che la carica della tavola,

che

che ha lo stesso diametro, e la stessa linea di minor resistenza, nella prima specie di terra è 100 libbre. Se adunque si voglia nell'istesso terreno della mina di pruova, farne scoppiare un' altra, che abbia 15 piedi di linea di minor resistenza, e 50 di diametro, osservasi nella tavola terza, che la carica sarebbe nella prima sorte di terreno di 873 libbre; adunque se si faccia come 100: 150 = 873 ad un quarto proporzionale, darà questo la carica richiesta.

77. Quanto finalmente al quarto oggetto da esaminarsi per compimento di questo Articolo, è primieramente da notarsi, che nell'esposta teorica non è necessità di determinare qual sia la figura del solido di scavazione, poichè si possono risolvere tutti i problemi, che alle mine appartengono; e se ne può dedurre tutto ciò, ch' è necessario per l'arte di controminare. Inoltre in questa teorica è compresa l'arte di controminare sul principio ricevuto, che la' linea di minor resistenza sia la metà del diametro. Infatti qualora scoppia una mina, si può sempre nel suo incavo, qualunque egli sia, considera-

derare un cono, ch'è parte della sfera di attività, in cui resta determinata così la linea di minor resistenza, come il diametro.

78. Sia infatti A il centro della camera della mina, il cui incavo è MDN. Formandosi collo scoppio una sfera di attività d'infiniti raggi, si dovrà sempre avere il cono MAN come parte del settore sferico AMCN, tuttocchè si formi un abbassamento al di sotto, e lateralmente non ancora determinato. Facendo uso adunque di cariche tali, che producano il diametro della base doppio della linea di minor resistenza, l'angolo MAN sarà retto, ch'è la supposizione, secondo la quale si determina quanto mai è necessario sull'arte di controminare, secondo sarà specificato nel III. Cap. di questa parte. *Fig.* 4.

AR-

ARTICOLO VII.

Si esaminano tutti i rimanenti oggetti, che potrebbero rendere più utile la teorica delle mine.

79. I rimanenti oggetti da esaminarsi riguardo alla teorica delle mine, sono I. l'eterogeneità degli strati terrei, II. la figura della camera, e III. l'altezza e la distanza alla quale possono essere gettate le materie, che formano il solido di scavazione. Quanto al I. oggetto non è da mettersi in dubbio, che il nostro globo sia formato da strati terrei di diversa specie. L'Istoria naturale ha fatto conoscere, che ad una profondità di 100. piedi, s'incontrano spesso trenta strati di materia, diversa per la coesione, e per la gravità specifica. Da questa differenza nascono gli strani avvenimenti, che si osservano nell'esperienze che si fanno sulle mine; e quindi son nate le tante opinioni diverse sull'effetto delle medesime. Per errar meno nella pratica, dovrebbero i Minatori

tori conofcere sì fatte differenze coll'efatte offervazioni a profondità diverfe, per averne conto, almeno per approffimazione, in iftabilire le cariche.

80. Or ficcome non fono tanto confiderevoli le differenze de' fuddivifati ftrati fino alla profondità di 10 piedi, quanto fi offervano a profondità maggiori, ove fono fempre più duri; così fi dovrà ufare maggiore attenzione in quefto fecondo cafo, che nel primo. Il Sig. Belidoro cerca di andare incontro a tali inconvenienti, procurando di mettere a calcolo l' eterogeneità fuddetta; ma la mifura mancando della tenacità de' differenti ftrati di terra, non faprei, fe le di lui favie ricerche fieno nella pratica applicabili.

81. Se intanto fi debba far ufo delle mine, e fi ritrovi un qualche ftrato di materia molto dura, fi potrà ful medefimo ftabilire la camera, ancorchè fi abbia a minorare la linea di minor refiftenza, e la quantità della polvere. Imperocchè trovando la forza della polvere infiammata oftacolo, che l'impedifca di forma-

re la sfera di attività, riagirà verſo la parte oppoſta; e perciò ſi manifeſterà quivi un effetto maggiore. Quindi qualora colle mine non ſi abbiano a rompere gallerie ſottomeſſe alle camere, ma ſi vogliano ſoltanto effetti verſo la ſuperiore ſuperficie, ſi potrebbe rendere più ſaldo il ſuolo della camera.

82. Quanto alla figura della camera, avrebbe a ſceglierſi la sferica; ma queſta non ſi può facilmente impiegare nella pratica. Quindi viene approvata comunemente la cubica, nella quale ſempre quando ſi comunica il fuoco al centro, ſi ottiene una sfera di attività ſufficiente nella pratica. Intanto ſi poſſono dare molti caſi, ne' quali ſi può far uſo con vantaggio di camere di diverſa figura. Le camere più lunghe, che alte, producono incavi più eſteſi, e le terre vanno a ricadere in buona parte ne' medeſimi, poichè la polvere acceſa le getta meno in alto; ſe ne poſſono perciò gli aſſediati ſervir con vantaggio. Viene queſta verità confermata dall'eſperienza. Il Sig. Belidoro fece nella Campagna di Lie vicino alla Fere ſcoppia-

re

re quattro mine, delle quali ciascuna era caricata di 30 libbre, ed avea la linea di minor resistenza di 6 piedi; la prima però, che avea una camera cubica, produsse un incavo del diametro di piedi 13,4; la seconda con una camera piatta, produsse un incavo del diametro di piedi 15, 9. La terza, e quarta mina, le cui camere erano piramidi quadrilatere troncate, ed alle quali i piccioli quadrati servivano di basi, produssero incavi tali, che i loro diametri superarono di due pollici quello della seconda mina.

83. Per produrre incavi più estesi, ed oblonghi si potrebbe far uso di due fornelli ugualmente caricati, e distanti tra se pel raggio della sfera di attività, e che si facciano scoppiare nell'istesso tempo, poichè si comunicherebbe in sì fatta guisa l'efficacia de' due effetti. Lo stesso si può ottenere, facendo le camere prismatiche, che abbiano le basi secondo i lati più lunghi, poichè si cambia la figura della sfera di attività in quella di un' elissoide.

84. Finalmente circa al terzo oggetto, sem-

bra ragionevole, che le altezze, alle quali pofsono effer gettate le terre de' folidi di fcavazione di due mine, effer debbano come le differenze de' raggi delle sfere di attività dalle corrifpondenti linee di minor refiftenza, allora che fcoppiano in uno ifteffo terreno. Onde avendo una mina di pruova, in cui fia nota la linea di minor refiftenza, e fappiafi non meno il raggio della sfera di attività, che l'altezza, alla quale le terre fono ftate elevate, fi può determinare l'altezza, a cui faran gettate le terre di un'altra mina, che fi vuol far fcoppiare nell'ifteffo terreno, femprequando fe ne fappia la linea di minor refiftenza, e la carica, e confeguentemente il raggio della sfera. Quanto alla diftanza, alla quale poffono effere gettate, fi potrebbero, teoricamente parlando, applicare le regole baliftiche, ma volendo ridurre sì fatte determinazioni utili, per faper con certezza a quali diftanze poffono le truppe effer ficure dallo fcoppio delle mine, fi dovrebbero iftituire piuttofto dell'efperienze, e da quefte ricavarne le regole le più approffimanti, giacchè da quanto fi è det-

to

to in questo Articolo, si conosce, che la teorica delle mine può essere nella pratica alterata per molte fisiche cagioni.

C A P. III.

Dell'arte di controminare, e di minare.

A R T I C O L O I.

Si divisa l'oggetto delle contromine, e si stabiliscono i principj per l'arte di controminare.

85. Le contromine sono que'cammini sotterranei, che si costruiscono sotto lo spalto, nelle opere accessorie, ed in tutte le parti costitutive di una Piazza di guerra, per arrestare l'aggressore in tutte le intraprese, che può sotterra tentare, e per isloggiarlo altresì, col mezzo della polvere accesa ne'fornelli di mina, a' quali detti cammini conducono, da que' siti che deve egli necessariamente occupare, distruggendo

do quelle opere, che va ad impiegare come mezzi di offesa (1).

86. L'arte adunque di controminare prende per principale oggetto di arrestare l'inimico in qualunque azione, ch'ei intraprende per occupare lo spalto, la strada coperta, e le altre opere della Piazza. Si debbon quindi stabilire le contromine sotto lo spalto per potere agevolmente rovesciare i cavalieri di trincea, le batterie in breccia, e gli alloggiamenti sul ciglio dello spalto istesso. Saranno poi tanto più vantaggiose, quanto più si estendano nella campagna, per obbligare l'inimico per tempo ad una guerra sotterranea. Di più stabilir si debbono sotto la strada coperta, nella fossata, e ne' ripari tanto delle opere accessorie, che della Piazza per rovesciare gli alloggiamenti, che in dette opere deve fare, per interrompere il passaggio della fossata, e rendere le rampe delle brecce inaccessibili.

si

(1) Si dicono sì fatti cammini sotterranei *contromine*, poichè furono primamente inventati per andar incontro alle mine.

87. A conseguire tutti sì fatti vantaggi, bisogna prender di mira due oggetti. Il I. si è, che le contromine sieno giudiziosamente distribuite, ed il II. che i fornelli stabiliti sieno altresì ne' siti più proprj, e nelle distanze più adattate. Quanto al primo, deve la distribuzione de' sotterranei delle contromine esser tale, che le medesime conducano il più speditamente, che sia possibile ad arrestare le nemiche intraprese, senza che si possano all'aggressore rendere vantaggiose; vale a dire, che ne deve esser tale la struttura, che dieno il comodo da poter costruire da pertutto, e con ispezialità sotto lo spalto, de' fornelli di mina, per non lasciare all'aggressore luogo, ove possa con sicurezza alloggiarsi. Quindi ne debbon essere facili le comunicazioni, affinchè vi si possano esercitare tutte le difese, e le operazioni necessarie in tempo di guerra. Vi deve circolar l'aria liberamente, acciocchè non si rendano impraticabili. Debbon poi adattarsi alla situazione del luogo, ed al terreno, in cui convien costruirle non meno, che al sistema del-

la Piazza, la cui difesa dev' essere co' suddetti mezzi, augumentata, e non già in modo alcuno disordinata, o minorata.

88. I cammini delle contromine si distinguono in gallerie, ed in rami. Le gallerie sono que' condotti, pe' quali può un uomo comodamente camminare; sogliono quindi farsi dell'altezza di piedi sei, e della larghezza di tre e mezzo in quattro. I rami sono que' condotti più piccioli, che partono dalle gallerie. Sono alcuni dell' altezza di piedi tre e mezzo in quattro, e della larghezza di due e mezzo in tre. Altri, che derivano da questi, sono alti tre piedi in circa, e larghi due. La distribuzione delle gallerie, e de' rami suddetti, senza perder di mira ciocchè si è detto (n. 87.), può esser soggetta a diverse combinazioni, purchè queste dieno la comodità di stabilire de' fornelli per fargli agire in modo di minorare le offese nemiche, ed interrompere ogni passaggio, che possa l'inimico tentare non meno sotterra, che sulla superficie della medesima; e quindi si osservano tanti diversi sistemi sull' arte di controminare.

89. Per dare intanto un'idea generale delle opere che possono comporre un sistema di contromine, è da sapersi, che si costruiscono ordinariamente tre gallerie. La prima è posta sotto il riparo della Piazza, e delle opere accessorie, e seguendo la direzione della linea magistrale, *magistrale* si appella. La seconda si costruisce sotto la strada coperta, cioè vicino alla controscarpa, se questa è di muro; e sotto la banchina, o poco più in là, se la controscarpa è piotata. Questa galleria da alcuni dicesi altresì *magistrale*, da altri *della strada coperta*; e da molti galleria di *primo inviluppo* vien denominata. La terza galleria è verso il termine, in cui lo spalto si unisce colla campagna, e dicesi d'*inviluppo*. Tra sì fatte gallerie principali se ne costruiscono altre per renderle comunicanti, onde vengon dette di *comunicazione*; e di queste se ne stabiliscono in maggior numero tra la seconda, e la terza, che tra la prima, e la seconda; poichè ve n'è ivi più bisogno. Ne' bastioni, e ne' rivellini si costruiscono altre gallerie dette *capitali*, poichè se-

guo-

guono la direzione delle capitali di dette opere, ove soglionsi altresì costruire di altre gallerie *trasversali*.

90. Dalla galleria d'inviluppo nascono alcuni rami, che si prolungano nella campagna, e diconsi di *ascolto*. Se ne costruiscono tanti, quanti sono necessarj per ascoltare i minatori nemici, che cercano di passare tra due di essi. Sogliono stabilirsi distanti tra se di piedi 24. per ottenere il fine, per cui si costruiscono. Sì fatti rami di ascolto vanno spesso a terminare in alcuni pozzi, per potere da questi in tempo di assedio intraprendere il lavoro di altri rami a quella profondità, che sarà necessaria, per andare più innanzi incontro all'inimico.

91. Dalla galleria poi magistrale, dall'altra della strada coperta, e da quella d'inviluppo non meno, che da' rami di comunicazione, e di ascolto si fanno partire i rami più piccioli, agli estremi de' quali si situano in tempo di guerra i fornelli di mina per farli agire nel bisogno. I detti rami si dicono *semplici*, se pro-

ce-

cedono in linea dritta; se negli estremi traviano ad angoli retti per una sola parte, diconsi a mezzo T; se da ambedue a T. Se poi il ramo intermedio si prolunga, ed al suo estremo si situi un altro fornello, si dicono rami tripli, e prendono nomi diversi secondo la complicazione, e'l numero diverso de' fornelli. In tutte le gallerie, ed in que' rami che si rivestono di fabbrica, si lasciano le aperture del maggior numero de' detti rami, che debbono condurre ai fornelli, per poter in tempo di assedio agire, e condurre la guerra sotterranea ove possa essere più vantaggiosa. Le aperture suddette verso l'interno delle gallerie si ricoprono con deboli muri in modo, che si distinguano dal rimanente del rivestimento, per poterle aprire quando sia necessario.

92. Per maggior chiarezza si possono osservare tutte sì fatte gallerie, e i detti rami nella figura, *aa* è la galleria magistrale; *bb* quella della controscarpa; *cc* quella d'inviluppo. Le gallerie di comunicazione *dc*. Le gallerie, o sieno i rami di ascolto sono *cp*; i pozzi *m*; i Fig. 5.

rami

rami semplici *rb*; quelli a mezzo T *sv*; gli altri a T *ii*; i tripli *ll.*, e gli altri a rami diversi *xx*. Da sì fatta distribuzione si rileva, che col mezzo della galleria magistrale *aa*, si può con facilità andare innanzi all'inimico nella fossata, per le gallerie di comunicazione, le quali a tal'effetto non si fanno molto lungi da' siti, ove deve l'aggressore intraprendere il passaggio delle fossate, per poterlo interrompere per mezzo de' fornelli, i cui rami si fanno partire dalle stesse gallerie di comunicazione. Dalla stessa galleria magistrale poi si conducono i rami per situare i fornelli per far saltar la rampa della breccia, o altra parte del riparo, su cui siasi l'assediante alloggiato; procedendovi o con rampe, o con scale, poichè i detti siti non sono allo stesso livello.

93. Quanto alla galleria *bb* della strada coperta si noti, che sarà sempre più vantaggioso farla vicina alle controscarpe, viepiù ne' tempi presenti che si fanno tutte murate, per la circolazione dell'aria nelle altre gallerie di comunicazione, che sono tra la medesima e l'altra d'in-

d'inviluppo. Oltre a ciò qualora sia sì fattamente costruita, se ne potrà trarre vantaggio per la difesa della fossata, ed a tal'effetto verso gli angoli salienti si costruiscono de' sotterranei più grandi, per poter servire di comodo stabilimento alla truppa, la quale potrà opporsi a qualunque sorpresa nemica, colla quale si tentasse di entrare nelle gallerie. La galleria finalmente d'inviluppo *cc*, ch'è in buona parte parallela al ciglio dello spalto, viene negli angoli salienti, e rientranti tagliata da gallerie trasversali, che sono perpendicolari sulle capitali prolungate, poichè facendola procedere tutta in senso parallelo al detto ciglio si allontanerebbe di soverchio. Serve la medesima per arrestare da per tutto l'inimico, e per sostenere contro al medesimo la guerra sotterranea con delle gallerie di ascolto, e per andargli incontro con nuovi rami, che si possono far partire dalla medesima. Senza la suddetta galleria, non si potrebbero condurre molto innanzi i rami di ascolto, qualora si volessero far partire da quella della controscarpa, poichè e mancherebbe

rebbe la circolazione dell' aria, e non si potrebbero sostenere, venendo attaccate.

94. Sì formano poi nelle contromine molti altri lavori, de' quali alcuni servono immediatamente alla difesa, ed altri alla comodità. Per la difesa si costruiscono alcune traverse, o muri che attraversano le gallerie, o i rami. Questi muri hanno le aperture, le quali sono custodite con porte. Spesso si fa uso di sole porte, le quali aprendosi, sono ricevute in corrispondenti incavi fatti ne' muri laterali. Si costruiscono nelle gallerie e ne' rami, ed anche negli estremi, ove si vanno queste spesse volte ad unire. A cagione delle volte cilindriche delle gallerie, non possono le porte costruirsi tutte di un pezzo, poichè non si potrebbero aprire; quindi si formano di due. Uno, cioè il sottoposto sarà di figura rettangolare, e procederà sino all' imposta della volta; l'altro di una figura adattabile alla volta, e che connetta col primo in modo da potersi abbassare, o piegare sul medesimo, allorchè si voglia la porta interamente aperta; e che si possa altresì ele-

va-

vare, acciocchè connettendo coll' intera superficie della volta, possa chiudere interamente l' adito della galleria, per arrestare in sì fatta guisa l' inimico quando vi sia penetrato, ed avere il tempo di preparare nuovi mezzi di difesa. Si fanno nelle porte istesse de' fori per potervi agire colla fucileria, e serrarli quando si voglia.

95. Nei siti del rincontro di più gallerie, o di più rami si formano de' ridotti, i quali servono di magazzini pe' generi, de' quali hanno bisogno i minatori. Tali magazzini si costruiscono anche tra un ramo, e l' altro. Nella galleria della strada coperta si formano altresì delle feritoje per la comunicazione dell' aria, e per evitare le sorprese, e verso gli angoli salienti della medesima si costruiscono anche de' sotterranei, e se si accrescono le dimensioni della stessa galleria, vi si può far alloggiare con sicurezza la truppa.

96. Per conservare le gallerie asciutte, si costruiscono nel suolo delle medesime de' canali, che abbiano il loro pendìo verso la fossata. Se non possono i canali avere il pendìo nella fos-

fossata, qualora non vi sieno, che poche acque, le quali trapilano, si potrà far uso di pozzi ripieni di rottami, e di altre materie aride, e slegate; se le acque dipendano da sorgente, allora con canali bisognerà condurle in uno, o due rami di ascolto, e da quivi darle lo scolo nella campagna (1) Finalmente per avere nelle gallerie la circolazione libera dell'aria, oltre le comunicazioni, vi si fanno degl' spiragli, che sono di figura conica troncata, o piramidale rivolta colla base maggiore verso l'interno delle gallerie, e colla minore verso la superiore superficie della terra.

97. Quanto al secondo oggetto, cioè a dire, alla distribuzione de' fornelli, conviene avere in mira, che devesi collo scoppio de' medesimi augumentare la difesa, senza dar mai alcun vantag-

(1) In sì fatta maniera, si è dato, nelle contromine di Metz costruite nella doppia Opera coronata detta *la belle Croix*, lo scolo alle acque di una sorgente, che sarebbe stato impossibile, di farle disperdere ne' pozzi, che non sono buoni, che per le acque di filtrazione.

taggio all' aggressore. Quindi si stabiliscono i seguenti principj. I. I fornelli, che s'impiegano sotto lo spalto, debbono esser tali, che col loro scoppio non producano incavi molto estesi, poichè si potrebbe l'inimico alloggiare, e trincerare ne' medesimi. II. I fornelli, che scoppiar debbono vicino al ciglio dello spalto, hanno col loro effetto a lasciare intatto il terreno lungo il ciglio istesso, almeno per 12 in 10 piedi, acciocchè non si perda la difesa, che esercitar si può dalla strada coperta, e non si dia in questa un adito libero all' aggressore. III. I fornelli sotto la strada coperta, non debbono, scoppiando, rovesciare la controscarpa, poichè si facilterebbe all' inimico la discesa nella fossata. IV. I fornelli che si costruiscono ne' ripari, scoppiando, non debbono rovinare i rivestimenti, ed i controforti, per non facilitare all' aggressore la formazione della breccia. V. Finalmente tutti i fornelli debbonsi stabilire in modo, che, scoppiando, non danneggino le gallerie, ed i rami, pe' quali si comunica ai fornelli contigui, che si trovano o allo stesso livello, o a livello diverso.

98. Si noti, che hanno i suddetti principj qualche eccezione. Infatti, qualora convien rovesciare i cavalieri di trincea, le batterie de' mortari avanti le piazze d'armi rientranti, quelle che si stabiliscono per battere i fianchi, e le altre in breccia poste o sul ciglio dello spalto, o sulla strada coperta, possono i fornelli che s'impiegano caricarsi in modo, che producano effetti più grandi, affinchè il terreno sia scavato, scomposto, e gettato a grandi distanze, per togliere all'aggressore i mezzi di ristabilire le dette opere, e le dette batterie.

99. Allorchè in un terreno non s'incontra nè pietra dura, nè acqua, per impedire, che l'assediante non prenda il di sotto delle contromine, si è pensato di avere de' fornelli a livelli diversi, e conseguentemente delle gallerie, e de' rami, che vi dieno l'adito, anche perchè si può in tal guisa sloggiare l'inimico più volte dallo stesso sito. Onde è nata la distinzione delle gallerie, de' rami, e de' fornelli di primo, secondo, e terzo ordine.

100. Se i suddetti principj si combinano colla

la teorica delle mine ſtabilita nel I. Cap. di queſta III. Parte, ſi rileverà la maniera di ſtabilire i fornelli di mina tanto ad un iſteſſo livello, che a livelli differenti. Si ſupponga infatti primamente, che convenga ſtabilire i fornelli in un ſolo ſtrato, e che conſeguentemente ſi tratti di conquaſſare un terreno omogeneo, e piano per una data eſtenſione. Si fiſſi, ſecondo le circoſtanze, che accompagnano il terreno, la linea di minor reſiſtenza, e la ragione, che queſta aver può col diametro, purchè ſia tra limiti ſtabiliti (n. 69 a 72.), anzi ſceglier ſi deve quella, in cui le cariche non rieſcano molto forti, affinchè non ſi producano incavi tali, de' quali poſſa l'inimico profittare, allorchè le materie vengono gettate molto lungi. Si potrebbe quindi ſtabilire, che il diametro non foſſe minore del doppio della linea di minor reſiſtenza, nè maggiore del triplo.

101. Fatta queſta determinazione, i fornelli non debbono eſſer tra loro diſtanti più del doppio, nè meno di una volta e tre quarti de' ſemidiametri degl' incavi, giacchè eſſendo più

distanti, vi resterebbe del terreno non rotto, ed essendo più vicini, il secondo fornello sfogherebbe nel primo, senza produrre il suo effetto, poichè trova verso il medesimo minor resistenza, che verso la superficie del terreno. Riguardo poi alle distanze, che i fornelli debbono avere dalle gallerie, e da' rami, è chiaro, che non debbono esser minori altresì di una volta e tre quarti il semidiametro dell'incavo.

102. Se poi si supponga, che i fornelli, e le gallerie si abbiano a stabilire a diversi livelli, allora quelli del primo strato debbono distare da quelli del secondo per una distanza almeno uguale al raggio della sfera di attività de' fornelli dello stesso primo strato, affinchè gli effetti di questi non rendano inutili gli altri. Per la lunghezza istessa ne dovrebbero distare le gallerie, ed i rami, che vi danno l'adito; anzi mettendo a calcolo i voti, che si possono nel terreno incontrare, la diversa qualità della polvere, e la minore, o maggiore esattezza nel caricare, sarebbe da augumentarsi la distanza di un sesto, o di un quinto del raggio istesso.

103. Non mi è ignoto, che non si ritrovi alcuna Piazza controminata con sì fatti principj, ma, ho creduto utile di far vedere l'applicazione della teorica stabilita, affinchè se ne sappia trarre vantaggio nelle diverse occasioni, nelle quali non può mettersi in pratica il metodo ordinario, in cui si suppone, che il diametro della base dell'incavo sia costantemente il doppio della linea di minor resistenza. Infatti con questo metodo spesso non si possono in una data altezza impiegare più ordini di fornelli, e spesso si è creduto, che con una linea di minor resistenza di 10 piedi, non si possano produrre effetti molto grandi, specialmente per rovesciare i cavalieri di trincea, e le batterie nemiche.

104. Or volendo colla stessa teorica controminare sull'ipotesi, che la linea di minor resistenza sia la metà del diametro della base dell'incavo, il qual caso è per altro compreso negli effetti della sfera di attività (n. 77 a 78); ne segue I. Che per conquassare un terreno omogeneo per una data estensione, i

fornelli posti ad un istesso strato, debbono tra se distare nè più del doppio, nè meno di una volta e tre quarti della linea di minor resistenza, tanto tra se, che dalle gallerie, e da' rami vicini. II. Che essendovi fornelli, e gallerie di più ordini, que' di prim' ordine debbono distare da secondi, almeno pel raggio della sfera di attività. Comunemente si rapporta questa distanza alla linea di minor resistenza, e si augumenta fino ad una volta ed un quarto la sua lunghezza. Sarebbe intanto maggior sicurezza di accrescerla fino ad una volta e mezzo, poichè dall' esperienze si è rilevato, che a questa distanza, restano collo scoppio de' fornelli, danneggiate le gallerie, ed i rami, qualora non sieno stabilmente puntellati (1).

AR-

(1) Si legga d' Etien, *Traité des Mines Chapitre* 21.

ARTICOLO II.

Applicazione de' principj stabiliti per controminare una Piazza di guerra con un solo ordine di fornelli, e col metodo ordinario.

105. Nel I. T. di questi Elementi si fece brevemente vedere, come si abbiano a stabilire nei profili di una Piazza i fornelli di ordine differente tanto nello spalto, che nella strada coperta, nella fossata, e ne' ripari della Piazza, e delle opere esteriori; e come altresì ne nasca la distribuzione sulle piante. Intanto per dare maggiori conoscenze sull' arte di controminare, ne rinnovo quì l'applicazione riguardo alle contromine, che costruir si debbono sotto lo spalto, allorchè sono di un solo ordine, per passar indi nell' Articolo seguente ad esaminare i principali sistemi delle contromine ad ordini diversi, con indicare altresì le diverse disposizioni delle gallerie, e de' rami, co' quali si ha a comunicare ne' fornelli, che trovansi a strati diversi.

106. Per avere una disposizione di fornelli di un solo ordine, si tirino due linee rette
Fig. 6. MC, NS, le quali s' intersеghino nel punto A. Col centro A, e coll'intervallo AB uguale alla linea di minor resistenza, si descriva un cerchio, il quale esprimerà la base del solido di scavazione. Si prolunghi AB tanto, che si faccia il prolungamento BC uguale ai tre quarti di AB, e si avrà in C il sito di un'altro fornello, distante dal primo, secondo è stato stabilito (n. 104). Colla stessa distanza AC, si marcheranno gli altri fornelli in S, M, N; e prendendo questi punti per centri, e per intervallo la linea di minor resistenza, si descriveranno gli altri cerchi, che si ravvisano nella figura, e ch' esprimeranno le basi degl' incavi de' quattro fornelli. Si noti, che se de' suddetti cinque fornelli si facciano scoppiare primieramente i due M, ed S, indi l'altro A, di poi gli altri due N, e C; le terre, che si eleveranno per l' effetto di A riempiranno in parte gl' incavi dei primi, e quelle, che si eleveranno da N, e C, cadranno

no in parte anche nell'incavo di A; poichè dalla parte de' fornelli già scoppiati si rincontra sempre minor resistenza.

107. Con una sì fatta disposizione adunque, si può impedire all'aggressore, che si alloggi negl'incavi de' fornelli scoppiati, poichè se l'intraprende, vi resterà sepolto. Per assicurare di più questo mezzo di difesa, si possono caricare gli ultimi fornelli con cariche alquanto maggiori de' primi. La suddetta disposizione poi si può continuare tanto innanzi, quanto si voglia, ed estenderla anche lateralmente, come si può osservare nella figura 7. In questa si può anche rimarcare la disposizione de' rami, che vi comunicano, i quali possono prendere origine o dalla strada coperta, o da qualche galleria, ch'è sotto la medesima, avvertendo di lasciare avanti il ciglio dello spalto uno spazio di due tese in circa, che non resti rovinato dall'effetto de' fornelli (n. 88.)

Fig. 7.

108. Si può inoltre dare ai fornelli di un solo ordine un'altra distribuzione, cioè con situarli negli angoli di un quadrato, senza situar-

tuarne nel punto d'interfezione delle diagonali; dando al lato la lunghezza di una volta e tre quarti la linea di minor refiftenza; ficcome fi rileva dalla figura 8. Si può quefta difpofizione ripetere, e condurre innanzi, e lateralmente quanto fi voglia, come è da offervarfi nelle figure 9, e 10, nelle quali vien rappresentata la maniera di comunicare ai fornelli per mezzo de' rami. Si avverta intanto, che la difpofizione de' rami della figura 9, è diverfa da quella praticata nella figura 10. La prima è vantaggiofa, allorchè i fornelli, che fono fu di un' ifteffa retta, fi vogliono far fcoppiare nell' ifteffo tempo. La feconda difpofizione dà maggiori vantaggi, poichè oltre del già detto, fi può far fcoppiare quel fornello, che vogliafi il primo, fenza che s'interrompa il conduttore del fuoco degli altri.

Fig. 8.

Fig. 9 10.

109. Quanto a' fornelli di un folo ordine, che fogliono effere alla profondità in circa di 10 piedi, fi crede utile di rapportar quì la difpofizione de' fornelli, per gettare nella foffata i cannoni delle batterie in breccia, e delle

e altre destinate per battere i fianchi, secondo l'invenzione del Sig. Belidoro. Si situa un piccolo fornello B., che abbia una linea di minor resistenza di sei piedi, che corrisponda un piede in circa, indietro dell'asse delle ruote dell'affusto di ciascun cannone, e si caricherà debolmente. Si situa poi un altro fornello A, col cui effetto si deve elevare il cannone, alla profondità di 10 piedi in circa, e un piede e mezzo, o due più in dietro del punto, ove corrisponde il bottone della colatta (1). Fig. 11.

110. Per fare intanto, che i suddetti fornelli producano l'effetto proposto, bisogna, che si attacchi il fuoco ai piccoli fornelli un minuto secondo, prima che ai grandi, onde si fanno i conduttori di circa 3 piedi più corti.

In

(1) Si noti, che secondo l'esperienze del Belidoro il primo fornello si può caricare di 20 fino a 30 libbre di polvere. Il secondo poi si può caricare secondo le diverse circostanze. Infatti nella Fere l'anno 1739, fu la carica accresciuta fino a 600 libbre. L'anno però 1760, in Verdun, s'impiegò la carica di 250 in 300 libbre, e si conseguirono gl effetti desiderati.

In sì fatta maniera i primi fornelli rompendo la tenacità delle terre, determinano l'effetto de' secondi verso la fossata, ove conviene, che i cannoni gettati sieno, affinchè non possa l' aggressore racquistarli. A tale effetto i piccoli fornelli si situano innanzi il centro di gravità del cannone, per minorar ivi la resistenza, che nasce dalla tenacità delle terre; ed i grandi in dietro lo stesso centro, affinchè la potenza motrice agisca coll'ajuto della leva.

Fig. 12. 111. La figura 12. rappresenta in pianta la disposizione de' fornelli necessarj, per gettare nella fossata quattro cannoni, non meno, che de' rami, i quali possono aver origine o da sopra la strada coperta, o da qualche galleria sotto la medesima, facendoli procedere con rampe. Se mai si voglia una disposizione di fornelli co' corrispondenti rami, per poter nell'istesso tempo elevare i cannoni di un'intera batteria, non si ha a far altro, che combinare quella già data, secondo si osserva nella figura 9.

112. Si avverta, che in tempo di assedio, non si può sapere l'esatta posizione de' cannoni del-

delle nemiche batterie destinate a battere i fianchi, o in breccia le facce de' bastioni, prima che non se ne aprano la cannoniere, e che comincino conseguentemente ad agire, onde riesce difficile di eseguire i lavori per la situazione degli anzidetti fornelli. Sarebbe perciò necessario di costruire i rami, che vi debbono condurre, con anticipazione, e con quella approssimazione che si possa maggiore, tanto più che il sito di sì fatte batterie è dato, e di più si sa, che il parapetto delle medesime è di 3 tese in circa di larghezza, e che in cannoni distar debbono tra se tre tese, o almeno tese due e mezzo.

113. Il Sig. d'Etien (1) pensa di potersi condurre i rami de' piccoli fornelli in modo, che sieno questi sotto il parapetto della batteria, ed in circa a sei piedi distanti dalla trave, che forma l'estremo anteriore della piatta forma. Dà poi agli stessi fornelli una linea di minor resistenza di sei piedi, più l'altezza del pa-

(1) *Traité des Mines.*

parapetto, caricandoli di 25 a 30 libbre di polvere. Situa i gran fornelli 18 piedi distanti da' primi, affinchè si trovino sempre sotto la piattaforma; dà loro una linea di minor resistenza di 10 piedi, e gli carica sovrabbondantemente. Colla suddetta disposizione, che

Fig. 13. può osservarsi nella figura 13., dic'egli, i primi fornelli rovesceranno in parte i parapetti, ed i grandi, per non essere a grandi distanze tra se, trovandosi caricati sovrabbondantemente, si comunicheranno gli effetti; onde formeranno un solido di scavazione oblongo, e produrranno l'istesso effetto di quelli del Belidoro, malgrado che non possano esser posti ne' siti precisi, ne' quali il Belidoro gli stabilisce. E' intanto sempre necessario, che i fornelli più piccoli si facciano scoppiare un momento prima che gli altri, i quali debbono scoppiare in un istesso istante.

AR.

ARTICOLO III.

Della maniera di ſtabilire le contromine a più ordini di fornelli.

114. Se ſi voglia controminare uno ſpalto con due ordini di fornelli, vi ſi può procedere come ſegue. Sia il terreno di tal natura, che convenga a 16 piedi di profondità avere due ordini di fornelli, de' quali quelli di prim'ordine abbiano una linea di minor reſiſtenza di 10 piedi, ed i ſecondi di piedi 16. Si tirino le due linee rette AB, CD, che s'interſeghino ad angoli retti nel punto E. Indi col centro E coll'intervallo di 16 piedi ſi deſcriva un cerchio, e ſi avrà la baſe dell'incavo, che produrrà il fornello, che ſi ſituerà in E. Or ſe ſi voglia, che i fornelli di prim'ordine, ſcoppiando, interſeghino colle loro baſi la baſe di quello di ſecondo ordine, per un quarto della linea di minor reſiſtenza a' medeſimi appartenente, ſi prolunghi En ſino in B in mo-

Fig. 14.

modo che ſia *n* B i tre quarti di 10, che è la linea di minor reſiſtenza de' fornelli di prim' ordine. Indi col centro B, e coll' intervallo di dieci piedi ſi deſcriva un cerchio, e ſi avrà la baſe dell' incavo del fornello di prim' ordine B. Nella ſteſſa maniera ſi ſtabiliſcono gli altri fornelli A, C, D. Una sì fatta diſpoſizione ſi può eſtendere quanto ſi voglia, ed innanzi, e lateralmente. Calcolando le diſtanze, per le quali diſtano i fornelli del primo ordine tra ſe, e dagli altri del ſecond' ordine, ſi rileva, che l'effetto dell'uno non può impedire l' effetto dell' altro.

115. Nella figura iſteſſa ſi oſſerva in pianta la diſpoſizione de' rami, che conducono ai fornelli diverſi; e nell' eſtenſione che voglia farſene, le comunicazioni dei rami ſono le ſteſſe, che ſi oſſervano nella figura 7. Si noti intanto, che eſſendo i fornelli in ſtrati diverſi, per rendere comunicanti le gallerie, ed i rami di ſecondo ordine co' rami di primo ordine, biſognerà procedervi per rampe. Si ſupponga quindi, che ſi abbia una galleria ſotto la ſtrada

da coperta. Se questa è allo stesso livello dei fornelli di second'ordine, i rami si condurranno o orizzontalmente, o con qualche inclinazione verso la stessa galleria per dare scolo alle acque. Se poi sia ad un livello più basso, o più alto, bisognerà condurre i rami per piani inclinati. Dalle gallerie poi, e dai rami di second'ordine si procede con rampe per costruire i rami, che condur debbono ai fornelli di prim'ordine.

116. Vi è chi pensa di stabilire i rami di comunicazione ad un livello qualche piede più alto dei fornelli di prim'ordine. Si stabiliscono i fornelli di prim'ordine con iscavare dei pozzi fino a che si abbia la richiesta linea di minor resistenza. Altri stabiliscono i rami ad una altezza intermedia tra due ordini, e dai medesimi poi comunicano ai fornelli discendendo, e montando per rampe. Sì fatti metodi, anche qualora non si abbia una galleria sotto la strada coperta, quantunque apportino del risparmio, pure tolgono il gran vantaggio di andare incontro all'inimico, che viene ad attaccare per di sotto.

117. Per dar poi un' idea più estesa delle contromine a più ordini, conviene rapportar quì il sistema del Sig. Valier (1), con farne un breve esame. Tutto l' artifizio, dic'egli, consiste ad immaginare un piano, che seghi il profilo dello spalto sotto un angolo di 45. gradi; cioè, che se AB rappresenta il profilo della strada coperta, e dello spalto, ed E il ciglio dello spalto istesso, e si prenda EF di cinque in sei piedi, e passi per F un piano, che interseghi il profilo in modo, che la comune sezione FG faccia un angolo di 45. gradi con EH nel punto F; nel piano HFG, e propriamente sulla retta FG esser debbono tutti i fornelli di qualunque ordine.

Fig. 15.

118. Or per determinare i fornelli di prim' ordine; supponendo, che si voglia dar loro una linea di minor resistenza di dieci piedi, si prenda sul profilo FI di piedi dieci, e su

FH

(1) Si può questo sistema leggere nella Dissertazione sulle mine dello stesso Autore, che il Sig. Folard inserisce nel terzo Volume dei suoi Comentarj sulla storia di Polibio.

FH}si elevi la perpendicolare IO, che incontri FG nel punto O, e sarà questo il sito del fornello di prim'ordine; poichè essendo l'angolo IFO del triangolo rettangolo semiretto, sarà OI uguale ad IF, e se si prenda IL uguale ad IF, rappresenterà IO la linea di minor resistenza, ed LF il diametro dell'incavo doppio di detta linea. Si tiri separatamente la retta MM, la *Fig. 16.* quale, passando pel punto F del profilo, sia parallela al ciglio dello spalto, e ad una distanza uguale ad FO si tiri RR parallela ad MM. Indi, cominciando dal punto R con una distanza di dieci piedi, si marchino i fornelli P. S. ec. di prim'ordine, i quali disteranno tra se per la linea di minor resistenza, e saranno espressi in pianta nel piano MN.

119. Per istabilir poi i fornelli di second'ordine, si prenda la distanza PS, che vi è tra due fornelli vicini del primo ordine; e facendo centri i punti P, ed S, e coll'intervallo della stessa linea di minor resistenza di dieci piedi, si descrivano due archi, che s'interseghino

no nel punto Q. Si tiri per Q la retta VV parallela a MM. Il primo fornello del secondo ordine sarà in Q, e gli altri saranno sulla stessa retta VV, ponendoli tra se distanti pel doppio di PS. Per determinar inoltre sul profilo il fornello Q, si tiri per Q la perpendicolare Qt su PS. Si prenda indi tQ, e si trasporti sul profilo da O in P, ed il punto P sarà uno dei fornelli di second'ordine. Per P si conduca PT parallela ad OI, e sarà ella la linea di minor resistenza, ed uguale ad FT. Si prenda finalmente TY uguale ad FT, e sarà FY il diametro del solido di scavazione doppio della linea di minor resistenza.

120. Quanto ai fornelli di terzo ordine, si prenda la distanza QK di due fornelli vicini del second'ordine, e si determini il vertice del triangolo QZK, prendendo per raggio la linea di minor resistenza PT dei fornelli di second' ordine. Si conduca NN parallela ad VV: su questa esser debbono i fornelli di terz'ordine, con distare tra se per ZD, che esprime una distanza doppia di quella, che tra se hanno i for-

fornelli di fecond' ordine. Per iftabilir poi ful profilo il fornello Z, fi prolunghi *t*Q in *r*, e fi prenda nella figura 15. PC uguale a Q*r* della figura *16.*, ed in C farà il fornello di terz' ordine. Si tiri dal punto C, CX parallela a PT, e farà CX la linea di minor refiftenza, e prendendo XH uguale ad FX farà FH il diametro del folido di fcavazione. Si noti, che data la fuddetta coftruzione fi poffono col calcolo determinare tutte le linee di minor refiftenza.

121. Volendo determinare nella pianta tutti i fornelli non meno, che i cerchi ch' efprimono le bafi de' folidi di fcavazione, fi fupponga, che fia AGCD la pianta di una parte dello fpalto, fotto al quale fono coftruiti i tre ordini de' fornelli. Rapprefenti AG il ciglio dello fpalto, BH una parallela al detto ciglio, e che ne difta per quanto i punti E, ed F diftano tra fe nel profilo (fig. 15). Si tirino alla medefima le tre parallele EP, KR, LM in modo, che la prima ne difti per la diftanza di F ad I; la feconda per l'altra di F a T;

Fig. 17.

T; e la terza per quella di F ad X; esprimeranno sì fatte parallele le rette, su cui debbonsi stabilire i fornelli di ciascun ordine, secondo le distanze di sopra additate; onde descrivendo i cerchj colle rispettive linee di minor resistenza, si avranno le basi de' solidi di scavazione, come osservasi nella figura. Per operare nella pratica con ispeditezza, e senza error sensibile, si potranno le mentovate distanze prendere sullo spalto, sempre che questo abbia sulla campagna una picciola altezza.

122. Questo è insomma il metodo di controminare del Sig. Valier. Se si esamina co' principj stabiliti, si rileva, I. Che i fornelli di prim' ordine non hanno la distanza richiesta, onde uno deve sfogare nell'altro, quando non se ne voglia, o non se ne possa far uso nell' istesso tempo. II. Le distanze de' fornelli di un ordine all'altro, e da' rami non sono sufficienti, e sebbene ciò l' avverta lo stesso Valier nella fine della sua Dissertazione, e dica, che un fornello di un ordine si possa far distare da un fornello, o da un ramo di un ordine sottoposto

sto

ſto per una volta è un quarto la linea di minor reſiſtenza, pure queſta diſtanza non è ſufficiente per aſſicurarne gli effetti, ſiccome è ſtato avvertito (n. 104.) 3. Le contromine non ſi eſtendono molto nella campagna, poichè non oltrepaſſano la diſtanza di 30 piedi al di là del ciglio dello ſpalto. 4. Non ſi ſpiega dal Sig. Valier la maniera di comunicare ai diverſi fornelli. Or ſe vi ſi comunica con tanti ordini di gallerie, e di rami, quanti ſono gli ordini de' fornelli, la ſpeſa della coſtruzione è eccesſiva, ed i rami del ſecond' ordine ſarebbero rotti dallo ſcoppio di que' di prim' ordine, e que' di terzo dallo ſcoppio di que' di ſecondo, poichè non vi ſarebbero le giuſte diſtanze.

123. Quindi ſi rileva, che qualunque diſpoſizione diaſi ai rami per far uſo del ſiſtema ſuddetto, biſognerà ſempre caricare tutti i fornelli inſieme; poichè a queſto modo eſſendo le camere, ed i rami de' fornelli ben otturati, non ſoffrirebbero alcun danno. Ma allorchè queſto ſi faccia, ſi vengono ad impedire i paſ-

 ſag-

ſaggi, e le comunicazioni per andare incontro all'inimico, e arreſtarlo con una guerra ſotterranea, che è il vantaggio maggiore, che ſi deve trarre dalle contromine; onde ſubito che ſi ſarà fatto ſcoppiare dagli aſſediati il prim' ordine de' fornelli, l'aſſediante avvertito delle contromine, ſi approſſimerà con ſicurezza per rendere inutili i fornelli di ſecondo, e di terz' ordine. Onde non ſe ne trarrà mai il vantaggio, che l' Autore pretende, cioè di roveſciare co' fornelli di prim'ordine il coronamento ſul ciglio dello ſpalto, e co' fornelli de' due altri ordini roveſciare a due ripreſe le batterie, e renderne impoſſibile lo ſtabilimento.

124. Il Sig. le Febvre (1) conoſcendo i difetti dell' eſpoſto ſiſtema del Sig. Valier, va cercando mezzi di correggerli. In primo luogo dice, che ſi dovrebbero fare tante gallerie, e rami diverſi, quanti ſono gli ordini de' fornelli, comunicando ciaſcun ramo a due fornelli con una deviazione a T; ed in queſto caſo calcolan-

(1) *Eſſai des Mines*.

lando egli la giusta distanza da uno strato all' altro, crede necessaria per due ordini di fornelli l'altezza di 25 piedi. II. Disapprovando questa prima correzione, e per evitare la gran spesa, che apporterebbe la costruzione di un sì fatto sistema di contromine, propone di comunicare per una sola galleria del terzo ordine a cinque fornelli, cioè ad uno dell' istesso ordine, a due del secondo, ed a due del primo, con cambiare però le distanze stabilite da Valier rispetto ai fornelli di prim' ordine.

125. Per maggior chiarezza sia AB una galleria sotto la strada coperta, e dalla medesima prenda origine l'altra CD, che conduca o orizzontalmente, o con qualche pendìo al fornello D di terzo ordine. Sieno F F i fornelli di secondo ordine, ed E E quelli di primo. Per comunicare quindi ai fornelli F F, si formano in X i due rami XF, XF, che vadano in rampa sotto un angolo di 45. gradi; e da M co' rami ME, ME si comunica similmente ai fornelli di prim' ordine. Or siccome nel sistema di Valier per mancanza di una proporzio- *Fig. 18.*

nata

nata diſtanza de' fornelli di prim' ordine riſpetto al livello della galleria, non ſi poſſono avere rampe acceſſibili; perciò il Sig. de Febvre mette i fornelli EE di prim' ordine diſtanti tra ſe di 30 piedi, e non già di dieci, e ſitua tra' medeſimi, acciocchè non reſti interrotto il terreno, ſenza che appreſti oſtacolo all' aggreſſore, una fogata, alla quale dà la comunicazione del fuoco per mezzo di un conduttore, che va a terminare nella ſtrada coperta, o nella ſteſſa galleria.

126. In sì fatta maniera ſi può far uſo delle mine di prim' ordine, indipendentemente da quella di ſecondo, e di terzo. Infatti ſi può caricare primamente il fornello D, e ſituando il conduttore del fuoco ſotto il ſuolo della galleria, ſi può intaſare il ramo DX. Si poſſono indi caricare i fornelli F F, ed intaſarne i rami, con ſituare i conduttori nel ramo XM un piede e mezzo più elevato del fondo del ramo iſteſſo, lo che ſi può fare con ſacchi a terra, con piote, e con pietre. E lo ſteſſo ſi farà riguardo ai fornelli E E. La neceſſità, che vi è

di

di caricare, e d' intasare con anticipazione i fornelli di secondo, e di terzo ordine, acciocchè non si rendano inutili, fa altresì, che s' incontri in questo sistema l' inconveniente di non poter andar incontro all' aggressore per la stessa galleria.

127. Propone poi lo stesso Sig. de Febvre un suo sistema, in cui rovescia l' ordine de' fornelli stabilito dal Valier; poichè quelli di terz' ordine li fa servire di primo, e que' di primo di terzo. Mette i fornelli di prim' ordine distanti dal ciglio dello spalto per 30 piedi, e tra se 57. e loro dà 24 in 25 piedi di linea di minor resistenza. I fornelli di second' ordine distano per 57 piedi dal ciglio dello spalto, e tra se alternando, alcuni sono alla distanza di 24 piedi, e altri di 33., ed hanno 15 piedi di linea di minor resistenza. I fornelli poi di terz' ordine distano dal ciglio dello spalto per piedi 72; ed hanno una linea di minor resistenza di 9 in dieci piedi. Di questi fa uso altresì come fogate sù i fornelli di secondo ordine.

128. Per comunicare a tutti sì fatti fornelli, propone lo stesso Autore delle grandi casematte sotto la strada coperta, e precisamente negli angoli salienti, di 64 piedi di lunghezza, e 16 di larghezza, e comunicanti fra loro per mezzo di gallerie, che partono da A, e B; fornendo le une, e le altre di feritoje, per difendere la fossata, e per rendere più libera la circolazione dell' aria. Fa poi dalle stesse casematte derivarè le gallerie *mn*, le quali conducono ai fornelli D di primo ordine con rami a T, o a mezzo T, che ordinariamente sono all' istesso livello delle stesse casematte; ed ai fornelli E di second' ordine procedendovi egualmente e con rami a mezzo T, ed a T, ed a tripli fornelli nello spalto medesimo, facendo però uso di rampe. I fornelli poi *x* di terzo ordine, che impiega anche come fogate sul second' ordine, gli fa comunicare con semplici conduttori di fuoco nelle stesse gallerie, poichè in tempo di assedio ripone la carica in alcuni pozzi, che scava, e situa i conduttori del fuoco qualche pie-

Fig. 19.

de

de sotto la superficie della terra, e gl' insinua ne' spiragli, che servono per dar aria nelle gallerie istesse.

129. Non è da negarsi, che nella suddetta disposizione, le distanze tra' fornelli dell' istesso ordine non meno, che tra quelli di ordine diverso, sieno a norma di quanto è stato stabilito (n. 104); e di più che volendo l'aggressore attaccare un sì fatto sistema di contromine, deve procedervi gradatamente, e non resta impedito all' assediante di andargli incontro; pure la mancanza della galleria d'inviluppo toglie al sistema medesimo molti vantaggi, siccome è chiaro per le cose dette; poichè non si potrà costringere l' inimico ad intraprendere una guerra sotterrannea molto lungi, nè si potranno scuoprire le di lui intraprese.

130. Finalmente giova quì rapportare un sistema di contromine, con cui si possono far scoppiare quattro ordini di fornelli sotto uno spalto, ove non s' incontra l' acqua, che a 22 piedi di profondità (1). Si supponga dietro la con-

(1) Fu questo sistema eseguito nella scuola pra.

Fig. 20. controfcarpa la galleria AB fornita di feritoje, e a 18 piedi fotto il livello della ftrada coperta M. Sieno BC, AC le gallerie di comunicazione, le quali fieno prolungate fino alla galleria d' inviluppo HH. Si vadano le dette gallerie di comunicazione elevando un piede per tefa; fupponendo la ftrada coperta larga fei tefe, ne' punti C faranno 12 piedi fotto il livello di detta ftrada coperta, e 19 piedi e mezzo fotto il ciglio dello fpalto, fe quefto fi fuppone alto 7 ½. Or fe i fornelli di prim' ordine abbiano una linea di minor refiftenza di 10 piedi, il livello della galleria di comunicazione in C farà 9 piedi e mezzo più baffo di quello in cui è il fornello *a*, fe lo fpalto non andaffe in pendìo. Quindi fe fi fupponga, che la differenza, di livello, che vi è dal ciglio al fito de' primi fornelli, fia di un piede e mezzo, il punto C differirà in livello dal punto *a* di 8 piedi. Se adunque da C in *p* fi vada

da

tica di Verdun nel 1760 fotto la direzione del Signor Belidoro.

da ad elevare la galleria di quattro piedi, e due da *n* in *r*, e di due altri da *r* in *a*, si perverrà comodamente ai fornelli di prim' ordine.

131. Per pervenire poi ai fornelli del secondo ordine, supponendo, che sieno a 14 piedi di profondità sotto lo spalto, o sia a 4 piedi più sotto del livello di que' di prim' ordine, si potrà discendere da *r* in *p* in modo, che *p* sia ad un livello più basso di *r* di due piedi; onde poi scavando un recipiente per la cassa della polvere di due piedi profondo più la metà della cassa istessa, resteranno ben stabiliti i siti de' fornelli. Si avverta soltanto, che al fornello P intermedio vi si comunica da *q* procedendo all' istesso livello, in cui trovasi la galleria CC.

132. Per devenire ad istabilire i fornelli del terzo, e del quarto ordine, si supponga, che la strada coperta M sia all' istesso livello, in cui è la campagna alla fine dello spalto, e che la linea di minor resistenza de' fornelli di terzo ordine sia di 18 piedi. Volendo la galleria HH

d'

d' inviluppo all'isteſſo livello, biſognerà, che le gallerie di comunicazione diſcendano da C in H per ſei piedi. Dalla galleria poi HH d' inviluppo ſi perverrà ai fornelli *o o* di terzo ordine co' rami *t s o*, che procederanno all' iſteſſo livello di HH, infoſſando la caſſa della metà. Se i fornelli *b b* di quarto ordine abbiano 22 piedi di linea di minor reſiſtenza, biſognerà infoſſare le caſſe delle cariche di 4 piedi più la loro metà. Si avverta, che la diſpoſizione dei ſuddetti quattro ordini di fornelli è tale, che la retta MN, ſulla quale ſono i fornelli ſegnati, forma coll'altra MH, ch'eſprime il pendìo dello ſpalto, un angolo di 15 gradi, e ſi viene intanto ad occupare la maggior parte dello ſpalto iſteſſo. Di più ſi avverta, che ſe con eſattezza ſi aveſſe voluto rappreſentar la pianta da' fornelli, e de' globi della fig. 21, poichè le linee di minor reſiſtenza formano angolo colle verticali da' fornelli medeſimi innalzate, i cerchj della fig. 20 dovrebbero avere i loro centri diverſi da' centri de' fornelli. Però tal eſattezza non è neceſſaria in ſiffatte coſe,

Fig. 21.

ſe, vieppiù qualora lo ſpalto ha un dolce pendìo.

133. L'anzidetta diſpoſizione ha il ſolo difetto, che venendo l'aggreſſore ad occupare la galleria d'inviluppo prima di procedere ſul terreno, ove ſon poſti i fornelli di terzo e quarto ordine, ſi rendono queſti inutili. Sarebbe quindi più a propoſito comunicarvi dalle gallerie BH, AH; potendo in sì fatta guiſa intraprendere dalla galleria d'inviluppo una guerra ſotterranea più avanzata, ſenza rendere inutile alcuno de' quattro ordini de' ſtabiliti fornelli. Intanto nel controminare le Piazze sarà ſempre meglio far uſo di due ſoli ordini di fornelli, ſenza mettere a conto le fogate, giacchè co' medeſimi ſi può eſtendere quanto ſi voglia il ſiſtema delle contromine, ſi riſparmia la polvere, ed in proporzione ſi poſſono produrre effetti conſiderevoliſſimi, tantopiù che i molti ordini di contromine, ſpezialmente ſe ſono gli uni ſugli altri, ſi rendono inutili a fronte di un nemico potente, ed intelligente; ed in sì fatta guiſa penſano gl'Ingegneri i più eſperimentati.

Fig. 20.

134. Tutti gli additati sistemi possono far acquistare regole generali sull'arte di controminare; sarà poi cura degl'Ingegneri, e de' Minatori di far la distribuzione delle opere delle contromine, e di regolarne la costruzione secondo i casi particolari, senza però dipartirsi da' principj stabiliti, i quali si debbono usare con proporzionare la forza effettiva, che la Piazza può impiegare nella difesa sulla superficie dello spalto, con quella, che deve accompagnarla sotterra; poichè spesso potrebbero le contromine divenire inutili, qualora la Fortezza non sia tale, che possa sostenerne la difesa.

ARTICOLO IV.

Delle cose le più essenziali da osservarsi nella costruzione delle contromine.

135. Allorachè siasi di già determinato il sistema delle contromine, del quale si voglia far uso in fortificare una qualche Piazza; dovendosi devenire al-

alla costruzione delle medesime, si quistiona, se sia più vantaggioso costruire, oltre delle gallerie, i rami, che conducono a' diversi fornelli, e stabilire anche di questi i siti, ovvero rimetterne la costruzione in tempo di assedio, secondo il bisogno lo richiederà, partendo dalle gallerie, nelle quali si lasciano alcuni rami cominciati, siccome fu detto (n. 91). Coloro, che credono di doversi costruire tutti i rami nel tempo che si costruiscono le gallerie, sostengono la loro opinione sull'appoggio, che trovandosi in tempo di assedio costruiti tutti i rami, ed i fornelli necessarj, non si toglie la possibilità di intraprendere in avanti, e per ogni dove ciò, che si vuole sotterra. I difensori dell'altra opinione mettono in prospetto i seguenti vantaggi, I. Che in tempo di assedio, avendo i difensori sviluppato il sistema delle contromine, è ben difficile, che cerchino d'imbarazzarsi con nuovi lavori, che possono forse rendere svantaggiosi quelli già fatti. II. Che essendo le contromine costruite con tutti i rami in tempo di pace, è impos-

 sibi-

sibile, che l'inimico non ne abbia notizia, e che non l'acquisti, dopo che avranno i difensori fatto scoppiare pochi de' loro fornelli.

136. Per profittare de' vantaggi della prima opinione, dovrebbesi far uso sempre de' rami a T, o a mezzo T, e le traviazioni si dovrebbero far lunghe più di una volta e mezzo la linea di minor resistenza, affinchè essendo i fornelli caricati, ed intasati, resti libero il ramo intermedio, donde i trasversali hanno origine, per poter sì fattamente andar incontro alle nemiche intraprese. Non vi è poi dubbio, che avendo le sole gallerie, ed i rami principali, si possono in tempo di assedio intraprendere da' medesimi tutti gli altri rami, che possono meglio condurre a respingere l'aggressore tanto da' siti occupati sullo spalto, che dalla guerra sotterranea; e la terra, che si trae dalla costruzione de' rami, potrà servire per intasare i fornelli di mina allorachè siano caricati (1).

137.

(1) Nell' ultimo Assedio di Schweidnitz, si è osservato, quali travagli abbiano fatto gli Austriaci per

137. Avendo determinato di feguire o l' una, o l'altra opinione, bifogna tracciare la pianta del fiftema delle fteffe contromine ful terreno. Se la profondità delle gallerie principali non oltrepaffa i piedi 20, fe n'efeguirà la coftruzione a cielo fcoverto, vale a dire fcavando dalla fuperficie fino alla detta profondità. In sì fatta maniera fi agevola l'efecuzione del lavoro; le mura, e le volte fono meglio coftruite, e la fpefa non farà maggiore di quella, che s'impiegherebbe fcavando fotterra. Se poi le gallerie fono a profondità maggiore di 20 piedi, a cagione della fpefa maggiore, conviene procedere nella coftruzione con ifcavazioni fotterranee (1).

138. Si avverta, che effendo la profondità minore di piedi 20, fi debbono coftruire a cielo

la difefa dello fpalto, tuttochè non vi erano neppure le gallerie neceffarie; e di più con qual fucceffo fi fieno ferviti per intafare i fornelli con la terra, che fcavavano, impiegando legname da bruciare.

(1) Il Sig. le Febvre (*Effai fur les mines*) afficura di aver calcolato quanto fi è detto in diverfe commiffioni efeguite al fervizio del Re di Pruffia.

ſcoverto le ſole gallerie, ed i rami principali, poichè ſe ſi voleſſero al modo iſteſſo coſtruire tutti gli altri rami, ſi produrrebbe una ſcompoſizione di terra in tutta l'eſtenſione delle contromine, la quale apporterebbe, oltre di una grande ſpeſa, gran pregiudizio in tempo di aſſedio, in cui s'incontrerebbe difficoltà grandiſſima di coſtruire in una terra ſmoſſa nuovi lavori. A queſt'oggetto nella coſtruzione delle gallerie, badar ſi deve, che non ſi ſmuovano le terre lateralmente fuor del biſogno, e che non ſi mettano a canto delle medeſime materie di poca tenacità, quantunque mettendole al di ſopra, potrebbe trarſene vantaggio, poichè riuſcirebbe più difficile all'inimico di ſcoprirle col mezzo de' pozzi.

139. Si noti inoltre, che quanto alle dimenſioni da darſi alle mura, ed alle volte delle gallerie, ſi oſſervano le ſeguenti da tutti i più intelligenti Ingegneri. Si danno alle mura laterali, 2 piedi di larghezza ne' fondamenti, e 8 in 10 pollici di profondità ſecondo che il fondo è più, o meno ſtabile. Sopra

i fon-

i fondamenti si dà alle mura istesse un piede e mezzo di larghezza, e 4 piedi in circa di altezza. La volta, che poggia sulle suddette mura, esser deve a pieno centro, sull'intera larghezza della galleria. La grossezza poi della medesima è ordinariamente di un piede, sebbene vi è chi pensa di estenderla sino ad un piede e un quarto. Si deve in sì fatti lavori impiegare buon materiale. La figura AB dimostra un profilo di una galleria principale. *Fig. 22.*

140. Quando convenga costruire le gallerie, ed i rami sotto lo spalto, con condurre il lavoro a cielo coverto, o sia sotterra, si può procedere nel modo seguente. Si tracci sul terreno la pianta del sistema delle contromine, ed in distanza di 12 in 12 tese sulle tracce, che dividono le gallerie per metà, si segnino con picchetti i siti, in cui si debbono costruire i pozzi, per intraprendere, e comunicare i lavori sotterranei; determinando con esatti profili le profondità, che i pozzi istessi aver debbono per giungere al livello delle gallerie. Cercar si deve di avere de' pozzi ne' siti, ove più gal-

 lerie

lerie vanno ad incontrarsi, acciocchè si faciliti la mano d'opera della scavazione, ed affinchè si renda più libera la circolazione dell'aria. Si è stabilita la distanza tra medesimi a 12 tese in circa, per agevolare il travaglio sotterra, poichè quanto alla circolazione dell'aria si può ottenere, ancorchè sieno tra' se distanti di tese 50; imperocchè si sa per esperienza, che il lavoro di una galleria principale si può condurre fino a 25 tese, senza che l'aria vada a mancare.

141. Tracciata adunque che sia la pianta delle contromine sul terreno, e che si siano fissati i siti de' pozzi, con averne determinata anche la profondità, si comincerà di questi la scavazione. La base de' medesimi è ordinariamente un quadrato, il cui lato dev' essere di quattro piedi in circa, senza mettere a calcolo il legname, che forse è necessario per sostenere le terre, qualora sono soggette a rovina. Acciocchè intanto si possa condurre ciascun pozzo a perpendicolo, si forma un telajo in quadro di legno delle anzidette dimensioni, pro-

lun-

lungandone esteriormente i lati per dar loro una situazione stabile sulla superficie della terra, siccome si può osservare nella figura AB, in *Fig.* 23. cui trovansi altresì i lati del quadro divisi per metà, affinchè la linea che divide il suolo della galleria, sia nello stesso piano verticale, in cui è la linea, che passa pe' punti di divisione de' corrispondenti lati del quadro.

142. Allorachè si lavora in un terreno molto tenace, non essendovi timore, che le terre rovinino, si condurrà il lavoro del pozzo perpendicolarmente fino al livello della galleria. Se poi il terreno è soggetto a crollare dopo la scavazione di quattro piedi in circa, si poserà un simile quadro senza i lati prolungati, connettendolo col primo per mezzo di stanghette, o sieno fascette di legno, con far passare delle tavole, quasi a forza, tra i lati esteriori di detti quadri, e'l terreno, per impedire sì fattamente la rovina laterale delle terre. Procedendo innanzi nella scavazione, si metteranno degli altri quadri, fino a che si giunga all'intera profondità con intromettere tra' medesimi, e la

terra delle tavole, per impedirne la rovina, sic-
Fig. 24. come si vede nella figura CD; notando, che
verso il lato, pel quale si deve cominciare la
scavazione della galleria, per l'altezza che que-
sta deve avere, non bisogna impedire la rovi-
na delle terre col suddetto artifizio, ma si po-
tranno usare altre cautele per poter cominciare
il lavoro della medesima.

143. Essendosi nel modo suddetto, o in al-
tro consimile scavati i pozzi fino al livello del
suolo delle gallerie, s'intraprende di queste il
lavoro. Dovendosi le gallerie ordinariamente,
prima, che si forniscano di mura, e di volte,
assicurarsi con sostegni di legno, si deve usare
molta esattezza nella scavazione, affinchè ne
sia tale l'altezza, e la larghezza, che impie-
gandosi i necessarj sostegni, non restino de' vo-
ti, scavandole per eccesso; ovvero mancando
dalla giusta misura, non si abbiano a diminui-
re le dimensioni, allorachè essendo puntellate,
si hanno a rivestire con mura. Inoltre devesi
la scavazione condurre in modo, che la retta,
che divide per lungo, e per metà la base del-

la

la galleria, sia nello stesso piano verticale, in cui è la corrispondente traccia fatta sulla superficie della terra, affinchè i diversi rami si vadano ad incontrare con esattezza, e resti il proggetto ben eseguito. In far ciò può molto conferire l'esatto stabilimento de' quadri di legno, che s'impiegano nella scavazione de' pozzi, poichè, se l'ultimo quadro, che vien posto sul livello, in cui deve essere il suolo della galleria, corrisponda con esattezza col primo posto sul terreno, la linea, che divide per metà i lati opposti del quadro istesso nella direzione, che aver deve la galleria, sarà la retta, che prolungata dividerà la base della galleria per metà; onde si avrà una norma per intraprenderne il lavoro, e proseguirlo con esattezza.

144. Si trovano poche terre, nelle quali si possa condurre lo scavo di una galleria, senza che vi sia bisogno d'impedirne la rovina, e lateralmente, e dall'alto, con sostegni. I medesimi si possono congegnare, ed applicare, facendo uso di telaj, o sieno quadri di legno, secondo vengono rappresentati dalle figure. La *Fig. 25 26*

figu-

figura 25 rappresenta il telajo già costruito; e la figura 26 ne divisa separatamente le parti, delle quali AB rappresenta la base; MN MN rappresentano i montanti, che sono connessi verticalmente su AB; e PQ forma la traversa superiore, o sia il cappello, che chiude il telajo.

145. Quando avrà il minatore scavato il cammino della galleria per qualche piede, secondo le dimensioni che aver deve, situerà sul suolo della galleria il pezzo AB del telajo in modo, che sia perfettamente orizzontale, e che resti diviso in X in due parti uguali dalla retta, che divider deve anche ugualmente, e per lungo la base dell'intera galleria. Si situano indi i montanti MN, MN su AB talmente, che vi sieno perpendicolari, e conseguentemente tra se paralleli. E finalmente si metterà di sopra il pezzo PQ, onde ne risulterà il telajo nella guisa, che viene additato dalla fig. 25.

146. Essendosi stabilmente posto questo primo telajo; di distanza in distanza di tre in quattro piedi, secondo, che la terra è meno,

o più

o più tenace, si metteranno gli altri telaj colla stessa precisione. Lateralmente poi, e per di sopra si fanno progressivamente passare delle tavole di grossezza sufficiente a poter reggere all'urto delle terre, avvertendo di lasciare al di sopra, e lateralmente del secondo teljo uno spazio sufficiente per fare appoggiare, e passare le tavole, ch'esser debbono tra il secondo, e 'l terzo, e non altrimenti si farà susseguentemente. Scavata poi, che sia la galleria, ed assicurata nel modo già detto dalle rovine, si cominceranno a costruire le mura e le volte dall' estremo d'essa per ritornare all' entrata, poichè si ha siffattamente maggior facilità nell' esecuzione, dovendo tirar fuori tutti que' legni, che non sono necessarj. Si averta intanto, che quanto si è quì detto, può variare secondo il genio di colui, che dirige i fatti lavori, purchè si pervenga allo stesso fine.

146. Occorre spesso di condurr le gallerie montando, o discendendo; in questo caso i minatori si regolano praticamente, come segue: Sia una galleria a costruirsi lunga 60 piedi, e che

che da un estremo all' altro vi debba essere la differenza di 5 piedi di livello, e che i telaj si debbano impiegare distanti l' uno dall' altro tre piedi. Or siccome 5 piedi fanno 60 pollici, e per la lunghezza data vi bisognano 20 telaj, così quando si abbia a discendere, si mettono in guisa, che uno sia in livello più basso di quello che lo precede di tre pollici; e dovendo salire, ciascun telajo sarà posto ad un livello più elevato di quello che lo precede, anche per tre pollici Si potrebbe procedere diversamente con metodo più sicuro. Si abbia per esempio a costruire una galleria lunga di 18 piedi, in cui gli estremi differiscano nel livello di 3 piedi. Si ritrovi l' angolo, che forma un' ipotenusa con un cateto di tre piedi, allorachè l' altro è di 18, ch' è di gr. 80, 32. Si prenda una riga della lunghezza di 7 in 8 piedi, ed alla medesima si connetta un semicerchio di legno diviso in gradi, e fornito di un filo con piombo, che cada liberamente dal suo centro. Si va adattando la riga, o lungo il cielo della galleria, o sul suolo della medesima in

in modo che il filo batta tra i gradi 80 in 81; e ſi avrà nellà galleria il pendìo ricercato, tanto ſe ſi voglia montare, quanto ſe ſi voglia diſcendere, come è chiaro per la Geometria.

147. S' incontrano ſpeſſo ſcavando ſotterra delle ſorgenti di acqua; a queſte biſogna dare lo ſcolo neceſſario, o co' pozzi, ſe il terreno è atto ad aſſorbirle, o con deviarle nella foſſata, o altrove ſiccome fu detto (n. *96.*); e qualora non ſi poteſſero sì fatti mezzi impiegare, ſi potrà fare qualche cambiamento nel proggetto dello ſtabilito ſiſtema. S' incontrano altresì ſovente degli ſtrati di pietra, che arreſtano il lavoro dell' incominciata galleria. Allorachè sì fatti ſtrati ſi eſtendono molto a dritta, ed a ſiniſtra, converrà ſeguire il lavoro con impiegare ſcalpelli, cunei di ferro, e le piſtolette con polvere. Se poi ſi poſſa evitare queſto penoſo lavoro, deviando verſo dritta, o ſiniſtra, ſi condurranno le gallerie con farle deviare ad angoli retti, ſe ſi poſſa, o con qualunque altro angolo per poter ritornare più facilmente

ſul-

sull' allineamento, che aver deve la galleria medesima.

Fig. 27. 148. Sia per maggior chiarezza AB la galleria, che si deve costruire, e nel lavoro vi s'incontri l'ammasso di pietra X; se questo si estende molto a dritta ed a sinistra, bisognerà proseguire la galleria pel mezzo, siccome si osserva nella figura. Se poi verso M si possa deviare, in modo da risparmiar tempo e spesa, si farà il ramo CD che sia perpendicolare ad AB, indi DH perpendicolare a CD, e poi HG perpendicolare a DH, ed uguale a CD, e indi si riprenderà l'allineamento della prima galleria. Se non riesca fare le deviazioni ad angoli retti, si marcherà su di una figura l'angolo D, che sarà necessario seguire, e giunti in E, ove le circostanze del terreno permettano deviare, si formerà nella stessa figura un'angolo, che faccia col segnato D la somma di due retti, onde poi avendo le lunghezze CD, CE colla Trigonometria, o con una scala di proporzione, si determinerà la lunghezza del ramo EG, per ritornare sul primo allinea-

men-

mento AB. Ed in un modo consimile si agirà, se le deviazioni debbano essere molte.

149. Quanto fin quì è stato detto sulle gallerie principali, intender si deve anche di quelle di comunicazione, che hanno le stesse dimensioni. Riguardo poi a' rami, a' quali si dà l'altezza di piedi 4 ½, e la larghezza di 2 ½, in 3, si debbono assicurare dalle rovine ugualmente, che le gallerie, potendo usare soltanto qualche risparmio nel legno, poichè l'urto delle terre deve esser minore; e dovendosi rivestire con mura, sarà sufficiente di dare alle medesime un piede di grossezza sopra i fondamenti, e 10 pollici alle volte.

ARTICOLO V.

Si avvertono alcune cose sulla maniera di distribuire i Minatori nel lavoro de' rami delle contromine non meno, che delle mine.

150. Ne' gran rami, cioè in quelli che hanno quattro piedi e mezzo di altezza, e due

 e mez-

e mezzo in tre di larghezza, s'impiegano due brigate di Minatori di quattro l'una, oltre i serventi, che sono necessarj secondo le diverse circostanze, nelle quali si travaglia, affinchè si possano rilevare in un dato tempo, poichè dovendo lavorare ginocchioni, non possono durare nel travaglio lungo tempo. Dei quattro Minatori intanto, che sono addetti al travaglio, il primo fa la scavazione, il secondo tira le terre, e le mette in un carretto ad una ruota; il terzo conduce questo carretto fuori del ramo; ed il quarto lo riprende per condurlo più lungi. Il terzo Minatore, che conduce fuori il carretto, ne riceve un' altro voto dal quarto, e lo conduce al secondo. Acciocchè poi soffrano tutti e quattro ugual fatica, il primo Minatore si dà il cambio col secondo, ed il terzo col quarto.

151. Ne' rami più piccoli, che sono dell' altezza di tre piedi, e di due in circa di larghezza, sono i Minatori obbligati di travagliar seduti. Per tirar la terra fuori, si servono di una carrettina a quattro ruote, che il quarto

Mi-

Minatore la tira fuori per mezzo di una corda, allorachè è piena, e che il terzo la ritira in dentro, allora ch'è vota. Questa maniera si può praticare, quando il ramo sia dritto, ma qualora abbia delle deviazioni, conviene impiegare de' servienti, i quali situati di distanza in distanza, si passino da mano in mano i corbelli pieni di terra sino alla galleria, dove poi si votano ne' carretti ad una ruota, che vengono condotti fuori di essa.

152. Le stesse brigate, che fanno la scavazione, assicurano i rami stessi dalle rovine a proporzione che avanzano nel lavoro, secondo è stato detto (n. 143 a 147.). Dalle osservazioni fatte di sì fatti travagli in rami di gallerie, larghi tre piedi, ed alti quattro e mezzo, si è rilevato, che in quattro ore si può perfezionare un ramo di galleria di tre piedi, ed il travaglio si può sì fattamente continuare, se le brigate de' travagliatori si rilevino da quattro in quattro ore. Il rilevare i Minatori in tempo minore, apporta svantaggio, poichè resta il lavoro disordi-

 na-

nato. Lo ſteſſo calcolo, e lo ſteſſo metodo ſi deve oſſervare pel travaglio de' piccoli rami; poichè quantunque in eſſi il lavoro della ſcavazione, e del puntellare ſia minore, pure eſſendo molto incomodo, vi s'impiega lo ſteſſo tempo. I rami ſuddetti ſi fanno più piccoli non già per riſparmiar tempo nel lavoro, ma sì bene per renderli più ſtabili, e più atti a farne con riſparmio, e più reſiſtente l'intaſamento, nel tempo che ſi caricano i fornelli di mina, a' quali i ſuddiviſati piccoli rami conducono.

153. Si avverta, che tutti sì fatti computi ſono per un terreno ordinario, poichè ſe s'incontra ſaſſo duro, il tempo del lavoro creſcerà a proporzione degli oſtacoli. Inoltre tai calcoli non ſempre hanno luogo in tempo di guerra, poichè il travaglio viene ritardato dal tempo, che ſi deve impiegare per aſcoltare i travagli ſotterranei dell'inimicó; dalle precauzioni, che prender ſi debbono per non fare intendere al medeſimo il proprio travaglio; e dagli oſtacoli che può l'inimico iſteſ-

ſo opporre, come ſarà ſpecificato a ſuo luogo. Quindi in tempo di guerra ſi calcola, ordinariamente poterſi eſeguire due piedi di un ramo in quattro ore, tuttochè ſe ne ſieno ſpeſſo eſeguiti tre in diverſi aſſedj.

154. Quanto ſi è detto nell'antecedente Articolo non meno, che in queſto ſulla coſtruzione delle contromine, conviene altresì a quella delle mine; ſe ſe n'eccettua però quel che ſi è detto riguardo ai muri, de' quali non ſi fa uſo ne' lavori di mine. Infatti il Minatore dell' aſſediante ha biſogno di penetrare con pozzi ſotterra; di formare de' rami; di puntellarli per garantirli dalle rovine; e di uſare tutte quelle manovre, che ſi ſono ſin quì additate. Si fa ne' lavori di mine, come altresì in quelli delle contromine, uſo della buſſola, per procedere con date direzioni. Si ſcavano ſovente i pozzi dietro la trincea, e nella ſcavazione vi ſi procede con rampe, o con ſcaglioni, lo che ſi può agevolmente fare nelle terre tenaci, e ſarà ſempre vantaggioſo di accoſtarſi al più, che ſi può ſotto il parapetto,

 per

per nascondere ai difensori della Piazza l'entrata della discesa.

155. Quanto alle macchine, ed agli strumenti necessarj ne' lavori delle mine, in primo luogo si noti, che siccome nelle gallerie fino alla distanza di 25 tese l'aria non va a mancare, così ne' piccoli rami manca dopo le tese 15, poichè vi circola più difficilmente, soprattutto se vi sieno delle deviazioni. Pensar si deve adunque a rinnovarla, subito che si osserva, che la candela va a spegnersi. Molte maniere si praticano in rinnovar l'aria, e lungo sarebbe di quì esporle (1). Intanto siccome con un doppio mantice, e per mezzo di un tubo si può comunicare ne' rami di mina l'aria in quantità tale da respignere fuori l'altra, che vi si trova spesso malsana, così per la sua semplicità può farsene uso per lavori sì fatti. I Minatori si servono de' trapani per fare de' fori sull'alto de' rami fino alla superficie della

(1) Si legga S. Remy, il quale rapporta molti espedienti da potersi praticare per rinnovare l'aria nelle mine.

la terra, ed introdurvi sì fattamente l'aria. Altri propongono il Ventilatore inventato dal Sig. Haller l'anno 1741. (1).

157. Oltre le suddette macchine, sono necessarj de' piccoli carretti ad una ruota, e delle carrettine a quattro ruote per tirar la terra dalle gallerie, e da' rami; i corbelli, gli assi nella ruota, o altri strumenti per cacciar le terre stesse da' pozzi; delle bussole, degli squadri, delle livelle, delle misure, delle righe, degli archipenzoli, e delle cordine per ben dirigere le gallerie ed i rami; delle seghe di più sorte, e di altri strumenti da falegnami per preparare il legno necessario a sostenere le terre, tutti gli strumenti necessarj ad un muratore per fabbricare i muri, e le volte delle gallerie; de' candellieri con piedi accuminati, o con uncini per poterli fissare sul suolo delle gallerie, e nelle pareti; e finalmente de'

 ma-

(1) La descrizione del Ventilatore è stata tradotta dall'inglese nell'idioma francese dal Sig. Demours, ed è stata data alla luce in Parigi nel 1744.

martelli di rame, affinchè battendo sul ferro non si cciti il fuoco.

Inoltre sono necessarj molti altri strumenti, i quali come meno conosciuti degli anzidetti, si spiegano quì appresso, denotandoli colle lettere dell' Alfabeto per poterne osservare le figure nella tavola IV. ove trovansi colle stesse lettere divisati.

A un piccone a rocca alquanto curvo; ha ad un di presso 12 pollici di lunghezza, e due pollici e sei linee di grossezza alla testa; pesa da 5 fino a sei libbre, ed è fornito di un manico del diametro di un pollice, e della lunghezza adattata al sito, in cui si lavora.

B Altro piccone a due punte, della lunghezza di 15 pollici, e della grossezza di due e mezzo nella parte, ove è il foro da inserire il manico; pesa da cinque in sei libbre.

C C Altre specie di picconi con punte, e con teste, della lunghezza di 14 pollici, e della grossezza di due nella parte, ove va inserito il manico.

D D Zappe a forma di piccone da un' estre-

eſtremo di figura acuminata, e dall'altro di figura piatta per iſcavar le terre di diverſa tenacità; peſa in circa 5 libbre.

E Altro ſtrumento di ferro da ſcavar la terra, detto a *foglia di ſalvia*; peſa in circa 4 libbre, ed ha un manico di due piedi in circa di lunghezza. E altro ſtrumento di ferro da ſcavar anche la terra.

F F Mazze di ferro di grandezze diverſe per rompere la pietra dura, per battere ſu' cunei, e ſu' ſcarpelli, affinchè penetrando nella pietra iſteſſa ſi poſſa dividere, o forare. Le più groſſe ſono di 15 ſino a 18 libbre, e le più piccole di 7. in 8.

G G Martelli da Muratori.

H H Cunei di ferro.

I. Punteruoli di ferro rotondi per farli penetrare nelle feſſure della rocca, che naturalmente ſi trovano, o che vi ſi formano per dividerla in parti.

K K. Scarpelli di differente lunghezza, che hanno un pollice di diametro, ed in uno eſtremo hanno un taglio più largo, che il dia-

diametro, affinchè abbiano più facile movimento, qualora s' impiegano a forare la rocca.

L L Aghi di ferro taglianti pe' due estremi, di un pollice di diametro, di 5 in sei piedi di lunghezza, i quali s' impiegano a forare, girandoli colle mani.

M Istrumento simile ad uno stuzzicorecchi della lunghezza di 3 fino a 5 piedi; uno de' suoi estremi è fatto a guisa di cocchiajo, per poterlo adoprare a far uscire la materia ridotta in polvere ne' fori, che si fanno nella rocca; vi è poi un foro, per applicarvi un chiodo, a fin di poterlo girare, e toglierlo, allorachè s' impiega per la parte opposta, ch' è acuminata per conservare il foro necessario per comunicare il fuoco a qualche pistoletta, o sia piccola mina, che s' impiega per dividere le pietre dure.

N N Altri strumenti di ferro, che formano in uno de' loro estremi una punta di un piede. Sono di differenti grandezze, e servono per smuovere la rocca, e le mura, subito che vi sia un punto di appoggio, e un incavo a poterli applicare.

O

O Pala di ferro a forma di vanga.

P Altra sorta di pala ricurva.

Q Altre pale piegate ad angolo retto per tirare le terre dal fondo de' rami, dette da' Francesi *dragues*.

R Altra sorta di vanga atta a formar canali per lo scolo delle acque.

S Trapano di ferro, e di acciajo, composto di differenti pezzi, i quali s'inseriscono l'uno nell'altro secondo che si voglia più lungo; e si fermano con piccole chiavi. Serve a fare de' fori nelle terre, i quali sono atti a rinnovar l'aere nelle gallerie; ed in tempo di guerra per iscoprire le vicine gallerie dell'inimico, e per ascoltarlo il più lontano, che si possa, qualora si avanza co' lavori sotterra.

158. Si noti finalmente per compimento di questo Articolo, che per ascoltare il più lontano che sia possibile il lavoro de' Minatori, si usano molti altri mezzi, e quindi si ha bisogno de' corrispondenti strumenti. I. Si mette sul suolo del ramo, o della galleria una tavola; su di questa posando un Minatore la

testa

testa, se il terreno è ordinario, può intendere il romore del travaglio alla distanza di 13 in 14 tese, se si tratta di semplice scavazione, e di 20 in 25, se si tratta di puntellare. II. Per mezzo di una cassa di tamburo posta in modo, che una delle pelli corrisponda sul suolo della galleria, se sull'altra superiore si metta un piccol corpo rotondo, e leggiero, questo si muoverà al menomo scuotimento, ovvero tesandone bene le corde, s'intenderà una vibrazione delle medesime. III. Per mezzo di una sottile piastra di ferro applicata o sul suolo, o lungo le pareti de' rami, accostando le orecchie alla medesima, si sente il romore molto lungi. Si noti, che è inevitabile di far romore, allorachè si travaglia sotterra o nella rocca, o in puntellare; ma ne' terreni ordinarj si può travagliare senza far sensibile romore. Per ciò fanno i Minatori con un trapano diversi fori nel terreno, ed in quella direzione, che si vuol condurre il ramo, di un piede in circa profondi, ed a piccole distanze tra se, ed indi con un coltellaccio rompono la

ter-

terra, che ſepara i detti fori, e ne la cacciano fuori. Sì fatta maniera di travagliare è molto lunga.

ARTICOLO VI.

Della maniera di caricare, e d' intaſare i fornelli di mina; come altresì della maniera di mettervi il fuoco.

159. Quanto alla determinazione delle cariche fu detto abbaſtanza nel II. Capitolo di queſta III. Parte, in cui molte coſe ſi diſſero ſulla figura della camera, che racchiuder deve la caſſa della polvere. Quindi ſupponendo, che convenga far uſo delle camere cubiche, come comunemente ſi pratica, dir biſogna primieramente quelch' è neceſſario per ben caricare una mina. Eſſendo nota la carica, ſi deve determinare lo ſpazio cubico, che deve occupare, per poter poi coſtruire la caſſa proporzionata. Per fare una sì fatta determinazione, ſi ſa, che un piede cubico di polvere, non eſſen-

essendo pressa, dà 70 libbre, ed 80, allorachè è ben pressa. Un piede cubico dà 1728 pollici; adunque facendo come 70 al numero delle libbre della carica data, così 1728 ad un quarto proporzionale, darà questo il numero de' pollici cubici della cassa; onde estraendone la radice, si ha il lato del cubo, che aver deve l'interiore della cassa; si dà poi alle pareti di questa, che sono di tavola, un pollice di grossezza, onde resta sì fattamente determinato l'intero suo volume. Per determinar la camera, in cui la cassa va riposta, si deve dare almeno un pollice di più al lato del cubo, che la determina, acciocchè la cassa vi possa avere un giuoco libero.

160. Quando il terreno è secco, vi si può scavar la camera in' modo, che vi si possa introdurre la cassa almeno per la metà, affinchè non si alteri la misura della linea di minor resistenza. Si può altresì scavar tanto, che la cassa vi sia totalmente introdotta, purchè si abbia conto della vera linea di minor resistenza. Se il terreno è umido, invece d' in-

infossar la cassa, si dovrà più tosto elevare, e scavare lateralmente de' pozzi, acciocchè ripieni di materie slegate ed aride, possano assorbire le acque, che filtrano nel ramo. Nel caso, ove si tema dell'acqua, sarà necessario far bene incatramare la cassa interiormente, ed esteriormente; anzi, se vi si costruisce una sopra cassa anche bene incatramata, vi si può riporre la polvere in qualunque luogo pantanoso (1). Se poi si ha d'andare incontro alla semplice umidità, si può circondare la cassa di tela, di paglia, di carboni, e di altre materie atte ad assorbirsela.

161. Stabilita che siasi in sì fatto modo la cassa, e supponendo che sia X, vi si fa un *Fig.* 28. intaglio B, che corrisponda dalla parte della galleria, sufficiente a potervi intromettere un canale di legno, formato da quattro tavolette, il quale deve in se contenere un cilindretto di

(1) Si legga quel che il Sig. Le Febvre rapporta di aver praticato in tempo di Assedio. *Essai sur les Mines*.

di tela, detto *falsiccione*, ripieno di polvere, col mezzo del quale si dà il fuoco alla mina in quella distanza, che più convenga. Il suddetto intaglio si fa più in alto, o più in basso, secondo che sia la cassa infossata più o meno; e qualora è infossata interamente si può fare nel coperchio, che chiude la stessa cassa. Il canale poi deve essere grande in modo da poter contenere il falsiccione. Gli antichi Minatori hanno creduto, che il falsiccione dovesse essere almeno del diametro di un pollice, affinchè non si andasse a spegnere il fuoco. L'esperienza intanto ha fatto conoscere, che semprequando il falsiccione abbia un diametro non minore di tre linee, si può comunicare il fuoco con sicurezza, ugualmente; e si ha il risparmio nella polvere, e si introduce minor quantità di fumo nelle gallerie; lo che apporta un gran vantaggio nell'esercizio della guerra sotterranea.

162. Per caricar adunque una mina, si mette la cassa nella camera. Nell'intaglio in essa fatto s'introduce il canale, il quale vi si

deve

deve ben fiſſare, e deve eſſer condotto ſino al ſito della galleria, donde meglio convenga dar fuoco alla mina, fiſſandolo ſtabilmente ſotto il ſuolo della galleria. In sì fatto canale, che è fornito di coperchio amovibile, ſi adatta il ſalſiccione in modo, che uno dei ſuoi eſtremi giunga al centro della caſſa, e vi ſia conneſſo con una caviglia di legno, e che tutto intero poi ſia ſtabilmente poſto lungo la baſe del canale ſino all'altro eſtremo. Ciò fatto ſi copre il canale iſteſſo con ben inchiodarvi il coperchio, e con far uſo di martelli di rame, poichè il rame col ferro non produce mai fuoco; ed indi vi ſi mettono ſopra delle piote, delle pietre, o ſemplicemente della terra, per aſſicurarſi da qualche accidente di fuoco. Si traſporta finalmente la polvere con quelle cautele che ſono neceſſarie, e ſi verſa nella caſſa. Si ricopre queſta col ſuo coperchio, e ſu di queſto ſi mette una groſſa tavola, ſulla quale ſi metteranno de' puntelli, che ſi faranno per forza entrare tra la medeſima, e'l cielo del ramo, e che ſi connet-

teranno con altri, che li sostengano sempre più. Si mettono indi de' sacchi a terra, delle piote, e di altre materie, in modo, che non rimangavi superiormente, nè lateralmente alcun voto.

163. Quando poi siasi la mina sì fattamente caricata, bisogna intasarla, affinchè non isfoghi verso la parte più debole. Si deve l' intasamento fare con molta esattezza, ed almeno per una distanza presa secondo la direzione MN rappresentata nella figura, non minore di una volta e mezzo la linea di minor resistenza, vale a dire, in linea retta, senza contare il traviamento. Immediatamente poi vicino la camera, si forma una spezie di porta, a' cui montanti vengono colligate due traverse di legno poste in croce, venendo queste poi sostenute da altri puntelli, come rilevasi dalla figura CB, in cui osservasi altresì la situazione del canale PX rispetto alla camera A. Si otturano in appresso tutti i voti, che restano tra detti legni con sacchi a terra, con piote, con letame, e con altre consimili ma-

Fig. 29.

Fig. 30.

terie

terie ben compreffe, ovvero con femplice terra. Si profiegue quefto intafamento per tutta la lunghezza del ramo di deviazione, la qual lunghezza effendo fufficiente, fe ne ferma l'eftremo nel modo ifteffo, che fi è detto della camera, vale a dire, ufando delle traverfe, e de' puntelli; e qualora poi non fi abbia la diftanza ftabilita di fopra, fi profiegue ad intafare il ramo principale fino a che fi abbia una diftanza dalla camera, che non fia minore di una volta e mezzo della linea di minor refiftenza.

164. Quanto all' intafamento, fi avverta, che gli affediati, che fanno ordinariamente ufo di mine moderatamente caricate, debbono prolungarlo per una volta e mezzo la linea di minor refiftenza, ufando più o meno efattezza a mifura, che le terre fono più, o meno tenaci, e non debbono lafciar alcun voto fulla camera. Gli affedianti poi, che fpeffo fanno ufo di cariche fovrabbondanti, debbono dare all' intafamento maggiore eftenfione, e poffonfi regolare dalla lunghezza del raggio

 del-

della sfera di attività; potendo lasciare qualche piccolo voto sulla camera, qualora vogliano augumentare l'effetto della mina, secondo che vien confermato dall'osservazioni del Sig. Le Febvre nell'Opera più volte citata.

165. Per dar fuoco ad una mina, si può procedere come si vuole, purchè si abbia l'accensione nel momento che si desidera, e si eviti ogni pericolo. Alcuni Minatori aprono il salsiccione nel sito, ove si deve attaccare il fuoco, e spargono della polvere vicino al medesimo, che ricoprono con un legno concavo, o con un pezzo di carta; all'istessa polvere fanno comunicare una miccia della grossezza di una penna, della lunghezza proporzionata al tempo che si crede necessario, acciocchè il fuoco giunga ad accenderla. Altri introducono nell'estremo del salsiccione una miccia con una spoletta simile a quella delle bombe, che si proporziona ad un tempo determinato. Vi è chi ha immaginato altre maniere più composte, ma più sicure per pro-

dur-

durre l'effetto nell'istante, che è necessario (1).

166. Comunque intanto si dia fuoco ad una mina, sarebbe a desiderarsi, o che per mezzo di una porta posta nel sito, ove dar si deve il fuoco, si praticasse tale artifizio, che il fumo del salsiccione non penetrasse nella galleria, e ne' rami; o pure facendo uso di mantici, o di altre macchine, vi si possa rinnovare l'aere. Di più si avverta, che volendo dar fuoco nell' istesso tempo a più fornelli, sarà necessità, che i salsiccioni sieno di eguale diametro, e di eguale lunghezza, tuttochè diversamente diretti, come si può per un modo di esempio osservare nelle figure AB, BC, CD, nelle quali si fa comunicare il fuoco da X. *Fig. 31. 32. 33.*

(1) Si legga il Sig. Etien, *Traité des Mines*.

CAPITOLO IV.

Dell' Arte di efercitare la guerra fotteranea nell' attacco di una Piazza controminata.

ARTICOLO I.

Si additano i provvedimenti più effenziali da darfi nell' attacco di una Piazza di guerra controminata, e fi divifano i principj generali della guerra fotterranea offenfiva.

167. La maniera prefente di far la guerra degli Affedj, obbliga di avere nell' Armata un corpo di zappatori, ed un altro di Minatori; poichè fenza il primo, tutti i lavori degli approcci faranno efeguiti con difordine; e fenza il fecondo, non fi potrà efercitare con difcernimento la guerra fotterranea. L' uno, e l' altro poi fi può in tempo di pace render utile allo Stato più, che tutto il refto della Truppa, potendofi con vantaggio impiegare

a' di-

a' diversi lavori, che occorrono nelle Piazze di guerra, e ne' pubblici Edifizj (1), nel tempo istesso, che gl' individui de' Corpi medesimi s' istruiscono sul pratico esercizio del loro mestiere.

168. Or si supponga, che non si manchi nè di zappatori, nè di Minatori istruiti; si deve, dal principio dell' Assedio, cercare di aver notizia della disposizione delle contromine della Piazza assediata, se mai non fia stato possibile averle prima, impiegando tutti que' mezzi, che può suggerire lo stato delle cose. Si deve inoltre osservare con precisione, qual sia la natura del terreno, in cui si hà a far uso delle mine, per poterla ad un di presso rapportare ad una delle già conosciute, e sulla quale ritrovansi fatte esperienze, per poter più determinatamente procedere nello stabilire le cariche; e per conoscere, se si abbia, o no bisogno di assicurare con puntelli i lavori sotterranei, affinchè sia a tempo preparato nel par-

(1) Ho ammirato in Germania sì fatti Corpi nella Truppa della Casa d'Austria, ed ho osservato il gran vantaggio, che se ne trae.

co il legno, e tutto l'altro, che per sì fatti lavori si giudica necessario.

169. Si deve poi badare, che sieno con anticipazione preparati i canali, i salsiccioni, e tutto ciò, che può bisognare per caricare, e intasare le mine, facendo apprestare il legno necessario alla costruzione delle casse, in cui si ha a riporre la carica, le quali non si possono costruire prima del bisogno, giacchè conviene spesso, che sieno di dimensioni diverse, e per gli ostacoli che presenta la natura sotterra, e per gli altri, che può opporre un nemico intelligente, i quali fanno molte volte cambiare un proggetto premeditato, ed intrapreso. Si debbono infine tener pronti tutti gli strumenti, che sono necessarj per consimili lavori, e de'quali è stato detto (n. 145 a 158).

170. Badar si deve altresì a far buon uso de' Minatori, risparmiandoli in que' travagli, che possono altri uomini eseguire. Si debbono animare co' premj, a misura che si augumentano i pericoli, a' quali si espongono. E' questo

il

il solo mezzo, che può fargli agire con coraggio, il quale viene in essi continuamente indebolito dalla conoscenza, ch' essi hanno de' vantaggi, che le contromine offrono ai Minatori della Piazza, i quali si sono nella propria casa preparati anticipatamente alla difesa. Si debbono i Minatori istessi distribuire per brigate, in ciascuna delle quali vi debbono essere almeno due Minatori, che sieno per obituazione nello stato di distinguere sotterra il romore, che fanno i Minatori nemici travagliando; poichè il medesimo è tale, che colla sola pratica di più tempo, si può devenire a non confonderlo con quel romore, che si fa sulla superficie del terreno, usando que' mezzi, o altri consimili, che sono stati additati (n. 157. a 158.).

171. Oltre le cose dette di sopra, si debbono per la condotta degli attacchi sotterranei aver in mira i seguenti principj generali.

I.

Non si deve stabilire la terza parallela nè molto innanzi, nè molto in dietro nella cam-

pa-

pagna, secondo fu detto (Tom. III.); poichè nel primo caso si corre rischio, che venga rovesciata dalle mine della Piazza; e nel secondo, oltre gli svantaggi, che si hanno per l'attacco della strada coperta, si augumentano di assai i lavori della guerra sotterranea, quandochè debbonsi minorare al più, che sia possibile.

II.

172. Stabilita che siasi la terza parallela, cominciar si deve l'attacco de' Minatori con mezzo di pozzi, o di rampe da più siti, con nasconderlo per quanto sia possibile a' difensori, per divagare in sì fatta guisa l'attenzione de' medesimi, ed acciocchè non possano essi con sicurezza interrompere gl'intrapresi lavori, sopratutto qualora abbiano una galleria d'inviluppo. Debbonsi poi i pozzi, e le rampe condurre ad un livello inferiore a quello, che hanno le contromine, per acquistar vantaggio nella guerra sotterranea; infatti si possono meglio distruggere le contromine, e si assicura quindi il proseguimento della trincea,

e lo

e lo stabilimento degli alloggiamenti nel proseguimento degli approcci.

III.

173. Proceder si deve sotterra con molta precauzione, ascoltando sempre ciocchè fanno i Minatori della Piazza, soprattutto qualora le contromine sieno fornite di una galleria d' inviluppo, e di rami di ascolto, e che questi sieno distanti l'uno dall'altro per tese 24; potendo essi ascoltare il lavoro, ancorchè si proceda giustamente pel mezzo, e prevenirlo, ed arrestarlo con qualche piccolo fornello di mina. Marciar quindi si deve sotterra il più innanzi, che sia possibile, sino a che il Minatore nemico non si faccia intendere, costruendo nello stesso tempo altri rami a dritta e sinistra, allorachè si trova di esser preso pe' fianchi, servendo i medesimi di rami di ascolto e di difesa per la condotta del ramo principale.

IV.

174. Si debbon poi condurre gli attacchi

sot-

sotterra lungo le capitali per rincontrare con più facilità le gallerie nemiche, e per poter agevolare il proseguimento della trincea sullo spalto. Subito che il Minatore nemico si fa intendere, ed è ad una distanza da poter impiegare con vantaggio le mine, si deve costruire una mina, e farla sollecitamente scoppiare, senza dar tempo ch'ei venga ad interromper il lavoro con una piccola fogata, di cui non se ne manifesta l'effetto sulla superficie del terreno.

V.

175. A misura che si fanno scoppiare le mine, cercar si deve di penetrare nelle gallerie nemiche, per aprirle, e ridarle, se sia possibile, in trincea. Inoltre bisogna subito coronare, e trincerare gl'incavi che si producono, e renderli tra se comunicanti per mezzo di trincee, le quali debbono condurre alla terza parallela, e debbono avanzare del pari, che avanza la guerra sotterranea, con farle profonde, e larghe a sufficienza, affinchè situando la truppa, che ne dev'essere alla difesa sulle

le banchette, resti la parte più bassa comoda pel libero passaggio de' travagliatori, dei Minatori, e di coloro, che debbono trasportare i generi necessarj pe' lavori sotterranei, e per le cariche delle mine.

VI.

176. Stabilir si debbono gli alloggiamenti non meno negl'incavi, che gli assedianti formano colle loro mine, ma altresì in quelli, che formano le mine dei difensori, usando in questi le precauzioni necessarie, acciocchè non sieno rovesciati (1). Si hanno poi a custodire le comunicazioni, e gli alloggiamenti con truppa, per poter resistere alle sortite, colle quali se ne possono gli assediati impadronire, ovvero, disfacendoli, ritardare i progressi dell'assedio (2).

177.

(1) Nell'Assedio di Berg-op-zoom del 1747. avendo i Francesi fatto occupare da'Granatieri un incavo di una mina degli assediati, furono rovesciati dallo scoppio di un secondo fornello.

(2) Nell'Assedio di Sweidnitz del 1762, gli Austriaci con una sortita occuparono l'incavo di una mina degli assedianti, e resero inutili molti lavori sotterranei.

VII.

177. Finalmente sarà sempre vantaggioso d' impiegare nell'attacco delle contromine, cariche sovrabbondanti, poichè in sì fatta maniera si possono agevolmente rovinare a grandi distanze, siccome è stato dimostrato (n. 60.), e si tolgono a' difensori in buona parte i vantaggi, che loro apprestano le contromine medesime.

ARTICOLO II.

Dell' attacco delle contromine fino alla resa della Piazza, secondo il metodo ordinario.

178. Il metodo ordinario di attaccare le contromine è il seguente. Si aprono più pozzi, o più rampe nella terza parallela, o ne' lavori più avanzati, se le contromine non si estendano molto sotto lo spalto. Da' medesimi si cominciano i rami, o sieno i cammini sotterranei, tanto direttamente, che lateralmente, per poter rincontrare le gallèrie

del-

della Piazza, impiegando nel tempo istesso le mine per aprirvisi più facilmente la strada, e per poter stabilire gli alloggiamenti negl'incavi prodotti. Da questi alloggiamenti si intraprendono nuovi rami, per penetrare innanzi nelle contromine, superando in esse tutti gli ostacoli, che i difensori possono apprestarvi, cercando di rendere inutili le gallerie istesse, e di alloggiarsi sempre più innanzi, per devenire all'occupazione della strada coperta, e delle altre opere della Piazza, combinando in sì fatti attacchi tutto ciò, ch'è stato detto sull'arte di attaccare nella prima parte di questo Tomo III.

179. Per dare un maggiore sviluppo ad un sì fatto metodo, rappresenti AB un'angolo saliente della strada coperta di una Piazza di guerra, col suo corrispondente spalto. Sia sotto la strada coperta, e propriamente dietro la controscarpa una galleria fornita di feritoje, e partano da questa le gallerie, ed i rami diversi, che si estendano sotto lo spalto senza che vi sia galleria d'inviluppo. Rappresenti *Fig. 34.*

CD

CD una parte della terza parallela, che abbia già l'assediante costruita con sicurezza. Intanto siccome il medesimo ignora, fin dove si estendano le contromine, volendo agire con cautela, deve intraprendere la scavazione de' pozzi, o delle rampe nella terza parallela; ma qualora creda, che le contromine ne distino di molto, seguir deve i lavori dell'attacco lungo la capitale; quindi costruirà il ramo *mn*; l'assediato per arrestare i progressi dell'approccio, farà scoppiare qualche fornello, come E. Da questo avvenimento l'assediante dovrà cominciare la guerra sotterranea.

180. Or siccome la guerra sotterranea servir deve per condurre innanzi la trincea, e gli approcci, così proceder si deve negli attacchi sotterranei lungo le capitali, tanto più che, allontanandosene, si va incontro ad altri rami di contromine. Adunque se il fornello E, che l'inimico ha fatto scoppiare appartiene ad una mina, e non già ad una fogata, sotto la quale vi può essere altra mina, si deve occupare l'incavo prodotto, coronarlo con un para-

rapetto di gabbioni, e formarvi un alloggiamento, che comunichi colla terza parallela, secondo si osserva nella figura. Da questo incavo si può intraprendere la scavazione di un ramo, che conduca in F, per stabilir quivi una mina, se pur non si voglia condurre il ramo SF, che parta da un pozzo scavato nella terza parallela, ed in modo, che la linea di minor resistenza della mina F sia per esempio di 12 piedi.

181. Caricata che sia la detta mina con la carica ordinaria, si farà scoppiare, onde si produrrà un incavo, il cui diametro sarà di 24 piedi. Si coronerà il più presto, che sia possibile, e vi si alloggerà la truppa, e si formerà una comunicazione da E in F, qualora non si creda sufficiente l'altra SF, in modo che non sia nè veduta, nè comunque infilata da alcun'opera della Piazza. Avendo un alloggiamento in F, si potranno intraprendere due rami, uno verso G per andare incontro alle contromine sulla capitale, e l'altro si potrebbe dirigere lateralmente verso H per di-

difenderſi dall' intrapreſe, che può l'aſſediato tentare, e per diſſipare la di lui attenzione. Subito che ſiaſi ſtabilito, e caricato il fornello G, ſi farà ſcoppiare, onde per la vicinanza alla capitale romperà qualche ramo delle contromine nemiche; e ſe del pari ſi faccia ſcoppiare l'altro H, ſi avrebbe il vantaggio di comunicare da G in H, con farvi un grande, e forte alloggiamento. Dal fornello G intanto ſi dovrà entrare nella galleria, e a viva forza ſuperare tutto ciò, che farà per opporre l'aſſediato, ed impiegandovi a date diſtanze nel ramo traſverſale delle quantità di polvere, mettervi il fuoco, e ridurre indi in trincea il ramo da P in G; onde poi ſi avrebbe la trincea PGH.

182. Da una sì fatta trincea riprender ſi deve la guerra ſotterranea, procedendo da G ſino in I, e ſucceſſivamente da I ſino in R, e poi in T collo ſteſſo metodo, cioè coſtruendo altri rami laterali di difeſa, con aſcoltare, e prevenire il Minatore aſſediato. Si ſupponga, che col fornello T ſi rovini la gal-

galleria capitale, si dovrà entrare in questa, e discacciarne l'inimico con gettarvi delle bombe ripiene di materia puzzolente, e se sia possibile, attaccare la galleria magistrale. Ma qualora non sia ciò possibile, bisognerà proseguire l'attacco sotterraneo da T in K, da K in Y, e da Y in Z, per giungere sì fattamente a rovesciare la galleria dietro la controscarpa, e poter quindi con sicurezza devenire allo stabilimento degli alloggiamenti sul ciglio dello spalto, e delle batterie in breccia, secondo si osserva nella figura.

183. Quando tutto ciò siasi fatto, nel tempo istesso, che si proseguono gli attacchi sotterranei nella fossata, per togliere ai difensori ogni comunicazione nella galleria dietro la controscarpa, e rendere comunicanti gli stessi attacchi sotterranei, si deve totalmente discacciare l'assediato dalla stessa galleria; e si può intraprendere la discesa sotterranea della fossata da O in Z, per indi proseguirne il passaggio nella maniera additata nella prima parte di questo Libro III. E' poi sempre una necessità di attac-

care le gallerie di comunicazione, che si trovano nella fossata, anche sotterraneamente, acciocchè ruinandole, si tolgano all' assediato i mezzi di difesa, che può colle mine praticare nella fossata. In attaccare intanto sì fatte gallerie, proceder si deve da due lati, sopratutto, se non vi sieno de' rami trasversali, che l' impediscano. Si deve far uso di cariche minori delle giuste, affinchè non restino in conto alcuno danneggiati gli altri lavori, che nella fossata istessa si fanno pel proseguimento dell' attacco.

184. Si avverta, che quest' istesso metodo si può praticare più facilmente allora, che non vi sia sotto la strada coperta una galleria. Di più qualora la fossata è molto stretta, si possono, anzi si debbono impiegar le mine in modo da rovesciare la controscarpa nella fossata per riempierla, e formare senza altri lavori una spezie di rampa, che conduca nelle opere attaccate, risparmiando porzione della breccia. Intanto se ciò non sia eseguibile, superati che sieno tutti gli ostacoli delle contromine, proceder si deve alla formazione della breccia.

185.

185. In due maniere si può devenire a formare la breccia, cioè o col cannone, secondo è stato detto nella prima parte di questo Libro, ovvero colle mine. La prima maniera, ch'è quella praticata in tutti gli ultimi assedj, è certamente la più vantaggiosa, sopratutto allora, che i ripari de' rivellini, delle controguardie; e de' bastioni sieno controminati, potendosi rendere le contromine inservibili, senza che s' intraprenda una guerra sotterranea, nella quale sono sempre maggiori i vantaggi dell'assediato. La seconda maniera intanto si potrà rendere vantaggiosa, allorchè non si possono ben stabilire le batterie in breccia.

186. Or per mettere in pratica la seconda maniera, è necessario, che si rompa il muro del rivestimento; o dal cannone, o dal minatore. Col cannone si procede più sollecitamente, e con sicurezza, poichè dovendosi forare il rivestimento dal Minatore, è necessità, che sia estinto il fuoco de' fianchi, giacchè allora si potrà coprire il travaglio con uno spalleggiamento dall' offese, che l'assediato può

 rin-

rinnovare ne' fianchi istessi, e si potrà assicurare altresì dalle offese, che possono procedere di sopra i parapetti, con grosse e doppie tavole, che appoggiando con un estremo al muro, e coll'altro nella fossata, lasciano al di sotto uno spazio al minatore a poter lavorare.

187. Forato che siasi in uno de' suddetti modi il muro del rivestimento dell'opera attaccata, deve il minatore formare un ramo diretto più o meno lungo a misura, ch'è maggiore, o minore l'altezza, e la larghezza del riparo. Si supponga per esempio, che sia il muro del rivestimento alto trenta piedi, e che il riparo sia largo da 10 tese in circa, compreso il rivestimento, sarà necessario di formare il ramo diretto non minore di 20 piedi, anzi sarà vantaggioso prolungarlo qualche piede di più, qualora si possa giungere più in là de' controforti. Dall'estremo di questo ramo se ne debbono far derivare altri due, ad angoli retti, uno cioè sulla dritta, e l'altro sulla sinistra, ciascuno della lunghezza di 20 piedi. Agli estremi de' medesimi si stabiliran-

liranno le camere delle mine, le quali sarebbero più vantaggiose, se si potessero costruire nel muro de' controforti, poichè produrebbero un più sicuro effetto. Le camere suddette intanto debbono essere tali, che sieno atte a ricevere le casse, che contengono la carica della polvere, la quale dev' esser tale, che produca un incavo, il cui diametro sia doppio della linea di minor resistenza, poichè deve prodursi l' effetto soltanto verso la fossata. Caricate che saranno le mine istesse, s' intaseranno, secondo è stato detto (n. 159 a 164); e si farà in modo, che il fuoco vi si comunichi nello stesso istante di tempo, secondo si è avvertito (n. 165 a 166).

188. Dando fuoco a sì fatte mine si formerà senza dubbio una breccia considerevole verso la fossata, imperocchè dalla parte della Piazza non potrà l'effetto della polvere manifestarsi, opponendovisi un ostacolo quasi che invincibile; nè si può manifestare per di sopra, giacchè il riparo è alto 30 piedi oltre il parapetto. Quindi dovendo l' incavo di ciascun

 for-

fornello avere un diametro di 40 piedi, si avrà un'apertura di piedi 80; e per la scossa, che le terre riceveranno, si formerà una spezie di rampa; onde sarà facile di avere una breccia montabile senza impiegare nell'estremo del ramo diretto un altro fornello, secondo prescrive il Sig. Vauban. Formata che siasi sì fattamente la breccia, o pure col cannone, l'assediante cercherà di formare sull'alto della medesima gli alloggiamenti. Si avverta intanto, che essendo le opere attaccate fornite di contromine, bisognerà renderle inservibili, con intraprendere una nuova guerra sotterranea, servendosi di tutti i mezzi additati nell' antecedente non meno, che nel presente Articolo.

189. Quanto si è detto rispetto all'attacco di un angolo saliente, si deve altresì intendere per l'altro, e per quello del rivellino, poichè si deve nell'istesso tempo condurre, per tutti e tre questi siti, la guerra sotterranea; anzi è necessario procedere allo stesso modo verso le piazze d'armi rientranti, con intraprendere l'at-

l'attacco suddivisato da qualche alloggiamento fissato avanti la terza parallela, per risparmiare dei lunghi lavori; poichè in sì fatta guisa si potrà discacciare l'assediato più facilmente dalla strada coperta; si avranno mezzi più efficaci per distruggere le gallerie di comunicazione nelle fossate, onde si assicurano le batterie in breccia; e si può anche procedere ad attaccare sotterraneamente le mine delle opere della Piazza.

190. L'esposta maniera di attaccare avrebbe meritato uno sviluppo maggiore, sopratutto riguardo agli ostacoli, che possono i difensori opporre; ma siccome trattando della maniera di difendersi da questo attacco, se ne deve con distinzione parlare, perciò ho stimato di non incorrere in una inutile ripetizione. Si dirà, che l'assediato verrà spesso con delle piccole fogate, che non manifestano l'effetto loro, che sotterra, a rovinare un lavoro avanzato, a soffogare il minatore assediante, e a gettare ne' rami delle materie puzzolenti per farne abbandonare il prosegui-

feguimento; ma fuperar fi poffono altresì gli additati oftacoli colla vigilanza, colla fofferenza, e col coraggio non ifcompagnato dalla riflellione, e dall'arte (1). Niente poi fi dice ful merito di quefto metodo ordinario di attaccare le contromine; giacchè dopo che fi faranno efpofti gli altri, co' corrifpondenti metodi di difefa, potrà ciafcuno giudicare, qual fia il più vantaggiofo.

ARTICOLO III.

Della feconda maniera di attaccare le contromine con penetrarvi, e ridurle in trincee di offefa.

191. Il Sig. Belidoro, al quale molto fi deve intorno alla Scienza delle mine, propone

(1) In sì fatta maniera fono ftate attaccate, e fuperate tutte le Piazze controminate fino al 1762. fenza eccettuatne quella di Berg-op-zoom.

ne una nuova maniera di attaccare le contromine poste sotto lo spalto di una Piazza, ch' è la seguente. Costruita che siasi la terza parallela, si avanzi il lavoro della zappa lungo le capitali; l'assediato cercherà di ritardarne il progresso, e di rovesciare i lavori fatti, collo scoppio delle sue mine. L'assediante attender deve il momento, in cui i fornelli scoppiano, ed accorrer deve a coronarne gl' incavi, ed alloggiarvisi; e nell'istesso tempo attaccar deve i minatori per iscuoprire l'intasamento del fornello scoppiato, aprirlo sollecitamente, per quindi penetrare ne' rami, e nelle gallerie. Penetrato nelle medesime, siccome l'assediato non può ritornarvi a cagione del fumo, deve ad una certa distanza se rrarne la comunicazione dalla parte della Piazza, affinchè il fumo resti dalla parte dell'assediato. Di poi in date distanze metterà de' barili, o de' sacchi di polvere sul suolo delle stesse gallerie, o dei rami, applicandovi i conduttori del fuoco in modo, che si accendano i diversi ammassi di polvere nel tempo istesso.

Se

Se ne ottura di nuovo l' entrata, e dandovi fuoco, si ridurrà la galleria, o 'l ramo in trincea.

192. Per dimostrare la riuscita di sì fatta maniera di attaccare, fece il Belidoro nel 1753 alcune esperienze a Bisy in un terreno molto duro, pietroso, e difficile ad essere scavato, che stimo necessario di quì rapportare.

Fig. 35. Fece costruire una piazza d' armi X di una strada coperta proporzionata ad una Piazza di guerra di prim' ordine con tutte le gallerie, che vi si ravvisano, dell' altezza di 5 piedi, e della larghezza di tre. La galleria dietro la controscarpa *abc* era alla profondità di 14 in 15 piedi; dalla stessa aveano origine due gallerie *a*E, *c*F, che comunicavano alla galleria d' inviluppo EF, da cui partivano le due gallerie di ascolto *mn*, *ss*. Si formò un lavoro di zappa PQ, il quale si suppose, che andava sopra la galleria *mn*, e che si discostava dall' altra *ss* per quattro tese. Si costruirono due fornelli *t* *y*, con comunicarvi dalla galleria di ascolto *mn*; ed un altro Z, al quale

le ſi comunicava dall' altra galleria di aſcolto *ss*. Si fecero ſcoppiare i primi due, de' quali il fornello *y*, che avea una linea di minor reſiſtenza di diece piedi, produſſe un incavo del diametro di piedi 27. In queſto entrarono i Minatori, ſcoprirono il ramo intaſato, lo diſſotturarono, e paſſarono nella galleria in cinque ore; e queſto fu nel primo giorno dell' eſperienze.

193. Nel giorno ſeguente, volendo far ſaltare il cielo della galleria di aſcolto *mn*, ch' era di 20 teſe; l'altra *ms* d' inviluppo, ch' era di 24; e 12 teſe della galleria di comunicazione *a*E; otturarono queſt' ultima al di là delle teſe 12, formando una ſpezie di trinceramento con ſacchi a terra. Miſero indi i canali per condurre i ſalſiccioni del fuoco a' diverſi ammaſſi di polvere, della quale ne furono poſti 10 barili diviſi in due porzioni nella galleria di comunicazione, 16 diviſi in quattro porzioni in quella d' inviluppo, ed altrettanti in quella di aſcolto. Chiuſero finalmente l'entrata a queſt' ultima, e tutto

il

il detto travaglio fu eseguito in sette ore.

194. Nel terzo giorno si fece scoppiare il fornello Z nell'altro ramo di ascolto, ch'era caricato di 200. libbre di polvere, per rovesciare, ed arrestare la testa della zappa. I minatori entrarono subito nell'incavo per scoprire il ramo intasato. Si mandarono nell' istesso tempo due minatori dalla parte della gola, acciocchè entrati fossero nella galleria, come eseguirono; ma dovettero ritornarsene a cagione del fumo, che vi avea sparso la polvere accesa del salsiccione, dal quale restarono molto incomodati. Si tentò da un sargente, e da un caporale degli stessi Minatori, di ritornarvi dopo un'ora, ma dovettero altresì retrocedere con esser rimasto il caporale molto offeso nel capo per lo spazio di ore 24. Dopo questo avvenimento si mise il fuoco alla polvere, che si era il giorno innanzi preparata nelle gallerie, le quali si videro cambiate in trincee larghe piedi 24, e profonde otto. Poco tempo dopo si misero altri 23 barili di polvere divisi in sei ammassi nel restante del-

la galleria di comunicazione, e nella corrispondente metà della galleria sotto le semigole della piazza d'armi, e vi si attaccò il fuoco, e furono quindi ridotte altresì in trincee simili alle anzidette, formando anzi colle stesse una trincea continuata.

195. Nello stesso giorno, i minatori nettarono l'incavo del fornello scoppiato Z, dissotturarono il ramo intasato, penetrarono nella galleria di ascolto *ss*, ed in quella di comunicazione vi misero 20 barili di polvere distribuiti in quattro ammassi, e nella galleria sotto la piazza d'armi ve ne misero altri barili 12 divisi in tre porzioni.

Il giorno quarto poi, che fu l'ultimo dell'esperienze, vi si attaccò il fuoco, e si videro anche ridotte le gallerie in trincea con ugual successo, che le altre (1)).

196.

(1) Tutte sì fatte esperienze, che furono fatte coll'assistenza del Ministro della Guerra del Re di Francia, e d'illuminati Generali, ed Ufiziali, si rapportano dal Belidoro, *Ouvres diverses concernant le Genie, & l'Artillerie*.

196 Da sì fatte esperienze dedusse il Belidoro le seguenti conseguenze. I. Che la polvere nelle gallerie, che si vogliono ridurre in trincea, si deve distribuire in distanze tali, che possa l'effetto di una porzione comunicare coll'effetto dell'altra, che vi si attacchi nell' istesso istante il fuoco, e non si ecceda nella quantità, affinchè le materie possano ricadere nelle gallerie, e si possano quindi ridurre in trincee non molto profonde. II. Che sia dimostrato il vantaggio di attaccare a questo modo le gallerie, e sopratutto allorchè il terreno è molto forte, e non facile a scavarsi per proseguire colla zappa i lavori degli approcci. III. Che le contromine secondo i metodi sino a suoi tempi usati, erano piuttosto svantaggiosi, anzi che utili alla difesa di una Piazza. IV. Che facendo uso della esposta maniera di attaccare, la sorte dell'assediato, che si credea vantaggiosa nella guerra sotterranea, sarebbe cambiata di aspetto, e che si avrebbe un metodo facile di occupare la strada coperta per mezzo de' soli Minatori. V. Che

Che era una necessità di cambiare il sistema di controminare, e di disporre le contromine in modo, che riducendosi in trincea, restassero infilate dalle difese delle opere della Piazza.

197. Volendo poi lo stesso Belidoro combinare questo metodo con far impiegare all'assediante anche delle mine, e metter quindi l'assediato in istato di non potersi difendere, procede nel modo seguente. Sia X la Piazza attaccata, e sia ABC la seconda parallela distante 60 tese dal ciglio dello spalto, e sieno in essa costruite tutte le batterie necessarie. I Zappatori partendo dalla medesima marceranno su' salienti alla costruzione de' rami di trincea, per stabilire le teste delle zappe EF, presso gli estremi delle gallerie di ascolto *mn*. I minatori nello stesso tempo scavando de' pozzi profondi almeno allo stesso livello, in cui sono le gallerie più profonde della Piazza, ne' rami di trincea K, che si ravvisano tra una batteria e l'altra contigua, formeranno le gallerie KP in circa di venti tese di lunghezza; lo che sarà eseguibile in 4 o 5 giorni.

Fig. 36.

198. Disposti i lavori in sì fatta maniera, i Minatori stabiliranno in P delle mine caricate sovrabbondantemente; ed essendo queste caricate, ed intasate, i zappatori debbono esser pervenuti in EF, per cominciare a stabilire le teste delle zappe. Or si supponga, che in ciascuna testa di zappa faccia l'assediato scoppiare due, o tre fornelli, siccome è espresso nella figura, i zappatori accorreranno subito per coronare gl' incavi, ed i minatori cercheranno i rami, li diffottureranno e penetreranno nelle gallerie. Nello stesso tempo si faranno dall'assediante scoppiare le mine P, dall'effetto delle quali resteranno rotte le gallerie di ascolto, onde cercheranno di penetrarvi. In sì fatta maniera si avranno 14 entrate nelle contromine; resterà quindi dissipata l'attenzione dell'assediato, e non potrà far dappertutto ugual difesa; onde sarà facile d'impadronirsi delle contromine, e ridurre in trincee quelle, che possono essere più utili pel proseguimento dell'attacco.

Trattando della difesa contro tal maniera di attaccare, si conoscerà, se possa, o nò la me-

de-

desima metterſi in pratica con quella facilità, che l'ha il Sig. Belidoro immaginata.

ARTICOLO IV.

Della terza maniera di attaccare le contromine, facendo uſo di cariche ſovrabbondanti, o ſia de' globi di compreſſione.

199. Il Sig. Belidoro non ſolamente dimoſtrò coll'eſperienze falſa la Teórica delle mine fondata ſulle prime eſperienze mal iſtituite dal Sig. Megrigni, ſiccome fu detto nel II. Capitolo di queſta III. Parte; ma propoſe altresì d'impiegare nell'attacco delle Piazze controminate, cariche ſovrabbondanti, o ſia i globi di compreſſione, per rovinare a maggiori diſtanze le gallerie, ed i rami di qualunque ſiſtema di contromine. Un sì fatto metodo merita una ſpeziale conſiderazione pe' vantaggi grandiſſimi, che ſe ne poſſono trarre nell'attacco delle contromine; nè ſi deve aver più come un ſiſtema non ancora oſſervato uti-

le in qualche Affedio, giacchè è ftato praticato nell'affedio di Schweidtniz del 1762, dato da' Pruffiani, per opera nel Signor le Febvre Maggiore del Corpo degl' Ingegneri.

200. Il Sig. d'Etien (1) fviluppa bene l' applicazione di quefto metodo nell'attacco di due fpalti diverfamente controminati. Nel primo fuppone, che vi fia dietro la controfcarpa una galleria; che all'eftremità verfo la campagna vi fia una galleria d'inviluppo; che l' una comunichi coll'altra con diverfe gallerie di comunicazione; e che diverfi rami di afcolto alla diftanza l'uno dall'altro di 24 tefe, prendano origine dalla galleria d'inviluppo. Nel fecondo fpalto poi fuppone, che vi fia una galleria fotto la banchetta della ftrada coperta, e che negli angoli rientranti vi fieno delle grandi cafematte. Tutte le gallerie, che formano il fiftema delle contromine, partono dalla prima galleria, e fi vengono tutte ad in-

(1) *Traité des mines.*

interſegare, formando tanti quadrati, e ſi eſtendono molto in là dello ſpalto iſteſſo. La figura 37 dimoſtra la prima diſpoſizione, e la figura 39 dimoſtra la ſeconda. Si crede vantaggioſo di rapportar quì l'accennata applicazione, e di aggiugnere ciò, che può riguardare gli attacchi delle opere della Piazza, facendo uſo anche de' globi di compreſſione, acciocchè ſi abbia una compiuta iſtruzione ſu queſto Articolo.

201. Sia perciò una Piazza, che abbia lo ſpalto controminato nel primo modo. Si ſupponga, che abbia l'aſſediante colle dovute precauzioni ſtabilita la terza parallela ABC, diſtante da' rami di aſcolto *mn*, *pq* per quattro teſe, lo che è eſeguibile, ſe gli ſteſſi rami non ſieno renduti comunicanti con altri rami traſverſali, nel qual caſo è coſa pericoloſa avanzar sì fattamente la terza parallela. Cominciar ſi deve l'attacco de' minatori da' più ſiti (n. 172.) carcando di naſconderli all'inimico. Sieno i ſiti determinati verſo uno degli angoli ſalienti, *r*, B, ed *s*; da *r*, ed *s* s'intraprenderanno e condurranno i rami, *r*1, *s*2, alquanto lontani da'

Fig. 37.

rami di ascolto, ed obliquamente; poichè può da questi l'assediato distruggerli con fogate, e con de' piccoli fornelli, con la perdita de' minatori. In sì fatta guisa si attireranno le mire dell'assediato a garantirsi da' detti piccoli fornelli, ed intanto si proseguirà la costruzione del ramo BD, il quale deve essere al livello almeno delle più profonde gallerie dello spalto, per stabilir quindi la mina D, la quale quando sia caricata secondo la regola del Belidoro (n. 56), o secondo le regole stabilite nell' Articolo VI. del II. Capitolo di questa III. Parte, romperà col suo scoppio porzione della galleria d'inviluppo *mp*, e de' rami di ascolto *mn*, *pq*.

202. Si avverta, che se mai riesca all'assediato col mezzo di fogate, e di piccoli fornelli, rovinare i rami *r1* *s2*; non deve l' assediante sgomentarsi, ma deve intraprenderne degli altri per tener sempre occupata l'attenzione del nemico, e deve anche far scoppiare qualche mina, se possa esser nello stato di offendere le nemiche sotterranee intraprese, poichè

chè impiegar deve tutti i possibili mezzi, ed artifizj per rompere i rami di ascolto, o con i fornelli 1, e 2, o con altri come *t*. Insomma col mezzo di diversioni, trovandosi il ramo BD nel mezzo de' due rami di ascolto, e quindi distante da ciascuno per 12 tese (n. 173), si potrà pervenire a stabilire in D il globo di compressione.

203. Si noti inoltre, che qualora l' assediato abbia per precauzione formati trà due rami di ascolto, i due *ab bc*, allora essendo impossibile di nascondergli la costruzione del ramo BD; sarà necessità o di rompere i rami di ascolto, ed i trasversali nel sito della loro unione, come si osserva potersi eseguire col fornello 2; o pure si dovranno costruire altri rami come *xt*, affinchè col fornello *t* si possa rompere il ramo *ab*, nè altrimenti convien fare rispetto all'altro ramo *bc*. Superando a sì fatto modo ogni ostacolo, si perverrà infine a stabilire, ed a far scoppiare il globo di compressione D. Per le cose dimostrate (n. 50 a 60) il diametro dell'incavo sarà sestuplo della li-

nea di minor resistenza, e le gallerie resteranno rotte ad una distanza quadrupla della stessa. Or si supponga, che la linea di minor resistenza sia di piedi 18, e che il fornello D siasi approssimato alla galleria d'inviluppo per una distanza non maggiore di tese 12; resteranno rotti in parte i rami di ascolto non meno, che la galleria d'inviluppo, siccome viene nella figura rappresentato per il gran cerchio punteggiato.

204. Quando siasi ciò eseguito, deve l'assediante coronare l'incavo prodotto, stabilirvi il suo alloggiamento, e renderlo comunicante colla terza parallela per mezzo di una trincea, acciocchè possa intraprendere, e sostenere il secondo attacco de' minatori. In intraprendere questo secondo attacco, si noti, che siccome le parti *lmy*, *vpk* delle galleria d'inviluppo, e de' rami di ascolto, non si trovano rovinate, così potrà da' medesimi l'assediato opporsi all' assediante, con costruire delle fogate, e de' fornelli di mina atti a rovesciare il coronamento, e gli alloggiamenti. Quindi l'assediante do-

dovrà avanzare degli altri rami, e stabilire de' fornelli, come 3, per non esser in timore delle intraprese, che l'assediato può tentare da' rami *lm* *my*, nè altrimenti far deve dall'altra parte per non esser attaccato da' rami *pk* *pv*.

205. Allorchè poi l'assediato non abbia più mezzi per rovesciare il coronamento, e per impedire l'alloggiamento nell'incavo; l'assediante attaccherà i minatori per condurre innanzi i lavori sotterranei, penetrando a traverso della galleria *ky* messa già fuori di stato di difesa. Or come esiste interamente la galleria di comunicazione OR, non si potrà condurre con sicurezza il ramo GH; onde per facilitarne la costruzione, se ne formerà un altro *e* 4 anticipatamente, per attirarvi l'attenzione dell'assediato, cercando di far scoppiare il fornello 4, per rompere una parte della stessa galleria OR. Si noti, che potrebbe l'assediante, comunicando dal grande incavo D al piccolo 3, intraprendere la costruzione del ramo 3H, con tralasciare il ramo GH; purchè si facciano dall'istesso incavo 3 partire altri rami per impe-

dire

dire, che l'assediato non vi si opponga dalla galleria E*m*.

206. Inoltre si avverta, che potrebbe essere molto vantaggioso, di costruire nello stesso tempo tutti e due i rami GH, 3H, affinchè venendone uno rovesciato, possa condursi a fine l'altro. Bisogna intanto usare molta vigilanza, in condurli innanzi; poichè ritrovansi in mezzo della galleria *m*E d'inviluppo, e dell'altra OR di comunicazione; potrà quindi l'assediante, allorachè forma il ramo GH, costruire lateralmente de' piccoli rami, che partano dallo stesso, affinchè con piccoli fornelli pervenga a rovinare la galleria OR; per potere quindi pervenire ad istabilire il globo di compressione H ad una distanza sì fatta, che sia atto a rompere, scoppiando, la strada coperta, per mettersi in possesso di una parte della piazza d'armi.

207. Scoppiata che sarà la mina H, l'assediato, che si trova padrone della rimanente parte della galleria di comunicazione OR, e della casamatta I; cercherà con fogate, e con pic-

piccoli fornelli impedire, che sia l'incavo coronato, che vi si stabilisca l'alloggiamento, e che si cominci l'altro attacco de' minatori. L'assediante intanto resistendo con modi consimili, dovrà sostenervisi, ed allorchè vi si sarà ben stabilito, dovrà intraprendere la costruzione de' tre rami *b*T, *c*S, *d*Z, senza contare gli altri, che saranno necessarj per opporsi alle nemiche intraprese. Degli additati rami, *cs*, avrà per oggetto la ruina della casamatta I, e gli altri due di rovesciare la controscarpa nella fossata, e rovesciare la galleria sotto la strada coperta, affinchè resti assicurato lo stabilimento sulla piazza d'armi saliente, e lungo il ciglio dello spalto. Or supponendo, che nello stesso modo siasi nel tempo istesso condotta la guerra sotterranea negli altri salienti, e negli angoli rientranti altresì, resterà l'assediato cacciato nello stesso tempo dalle piazze d'armi salienti, e rientranti; e quindi se si saranno condotte le dovute trincee a proporzione, che la guerra sotterranea si è avanzata, si potranno con facilità stabilire gli alloggiamenti

menti lungo il ciglio dello spalto, e tutte le batterie necessarie per battere in breccia non meno, che per estinguere le difese de' fianchi; e quindi anche si potrà devenire alla discesa ed al passaggio della fossata.

208. Volendo proseguire l'attacco fino alla resa della Piazza, con far uso del globo di compressione, si supponga, che sieno i bastioni coperti con controguardie di grosso profilo. Dalla batteria F si batterà in breccia, e nel tempo istesso s'intraprenderà la discesa, e il passaggio della fossata nel modo detto (Parte I.) con togliere gli ostacoli, che può l'assediato opporre colle contromine nella fossata. Formata che sia la breccia, e 'l passaggio MN, si deve costruire nel terrapieno della controguardia il ramo N*f*, il quale si condurrà più o meno innanzi, secondo che varia il profilo della stessa controguardia, caricando la mina *f* secondo le regole date rispetto al globo di compressione, con superare tutti gli ostacoli, che i difensori opporranno, nella maniera istessa additata di sopra.

209.

209. Or, se in istabilire la suddetta mina, si faccia la camera allo stesso livello della fossata, e si carichi proporzionatamente alla massa, che si deve elevare, si farà certamente collo scoppio delle medesima un'apertura nella controguardia, che scoprirà alla batteria F la faccia del bastione; e se mai non addivenga questo effetto con precisione, si farà da' zappatori rendere la suddetta apertura più estesa, e più atta a scoprire la faccia del bastione, lo che si può eseguire facilmente, restando i travagliatori coperti nel loro lavoro dal fuoco de' fianchi. Si seguiterà quindi colla stessa batteria F a formar breccia nel bastione, e s'intraprenderà il passaggio della controguardia al bastione nella maniera ordinaria, prendendo sempre le giuste precauzioni per proseguire la guerra sotterranea, se sia bisogno.

210. Essendosi formata la breccia nella faccia del bastione, se si tema di contromine, bisognerà proseguire colla guerra sotterranea, sintanto che si abbia una sicurezza di poter montare la rampa della breccia, ed alloggiarsi sul-

sull' alto della medesima, e di là intraprendere l'acquisto dell'intero bastione, con far uso delle mine, qualora sia controminato. Se poi vi sia nel bastione un qualche Cavaliere, il quale impedisca l'occupazione intera del bastione, ancorchè si sia occupato l'alto della breccia; allora sarà ottimo espediente attaccare il Minatore, per formare nel terrapieno del bastione il ramo *ou*, conducendolo innanzi tanto che convenga, per poter con una mina abbondantemente caricata, far saltare il Cavaliere in guisa, che resti l'assediato inabilitato a più difendersi.

211. Quanto fin quì si è detto sulla maniera di attaccare la controguardia, il bastione, ed il Cavaliere, e ch'è stato espresso nella figura 37, si può osservare altresì nel profilo MNFOV preso corrispondentemente alla figura istessa. Non si deviene a più minuti dettagli, poichè le cose fin quì dette sono sufficienti, per esercitare la guerra sotterranea offensiva non iscompagnata dalla condotta degli approcci, e degli attacchi sulla superficie dello spalto.

Fig. 38.

212.

212. La figura 39. rappresenta uno ſpalto controminato, ſecondo ſi è detto (n. 200). In una sì fatta diſpoſizione di contromine ha l' aſſediato maggiori vantaggi, che nell'altra; 1. perchè può uſare molti mezzi per arreſtare i progreſſi dell'aſſediante; 2. perchè viene l' aſſediante obbligato ad intraprendere l'attacco de' Minatori molto lontano, nè ha il vantaggio d'intromettersi tra' rami di aſcolto, trovandoſi tutti uniti con altri rami; 3. perchè l' aria vi circola con molta facilità, e ſi può una sì fatta circolazione conſervare anche allora, che nella guerra ſotterranea vengano alcuni rami rotti.

213. Or per dettagliare l'attacco di uno ſpalto sì fattamente controminato, ſi ſupponga di già ſtabilita la terza parallela ABC molto lontana da' rami delle contromine i più avanzati. Da B, per mezzo di un pozzo, o di una rampa, ſi coſtruirà alla profondità, che ſarà neceſſaria, il ramo BD, all'eſtremità del quale ſi ſtabilirà una mina caricata ſovrabbondantemente, o ſia il globo di compreſſione. Si *Fig. 29.*

ſup-

supponga inoltre, che il fornello D disti per cinqne tese da' rami i più avanzati; che per una somma diligenza usata non siasi la sua costruzione renduta nota all'assediato; che abbia la stessa mina 18 piedi di linea di minor resistenza; e che sia caricata secondo la regola del Belidoro (n.° 56). Facendo scoppiare la mina istessa, romperà le gallerie almeno alla distanza quadrupla dell' additata linea di minor resistenza, e il diametro dell' incavo ne sarà sestuplo. Venga quindi questo effetto rappresentato dal cerchio punteggiato.

214. Allorchè un tale incavo siasi formato, si dovrà coronare; renderlo comunicante con una trincea colla terza parallela; stabilirvi i necessarj alloggiamenti; ed indi riprendere la guerra sotterranea. Si aprirà perciò dal punto *c* un altro ramo *c*E; e siccome entrar si deve nello spazio quadrangolare CKLM, e tra due rami *c*K, *c*M, che sono stati soltanto danneggiati verso l'angolo *c*, così usar si deve molta precauzione. Sarà quindi necessità d'intraprendere a dritta, ed a sinistra dell'angolo *c*, i due

i due rami *e*1, *d*2, affinchè co' fornelli 1, e 2, si possano in parte rovinare i detti rami, e condurre poi il ramo *c*E con sicurezza sino alla sua metà. Si apriranno in seguito dal fondo de' due incavi 1, e 2, i rami *f*3, *g*4, e si stabiliranno i fornelli 3, e 4 per rompere il rimanente de' rami *c*K, *c*M verso gli angoli K, ed M, affinchè si possa con sicurezza terminare il ramo di attacco *c*E, con istabilire in E il secondo globo di compressione allo stesso modo, che si è detto dell' altro D.

215. Si noti, che si possono, allorchè si è cominciato il ramo *c*E, aprire dallo stesso i due rami *bi*, *bl*, per andare incontro alle nemiche intraprese, e continuare la costruzione dello stesso ramo principale, senza che possa altresì esser impedito di ben caricare, ed intasare la mina E, dall' effetto della quale devesi sperare la ruina delle gallerie, che racchiudono lo spazio quadrangolare *c*KLM, e il buon successo di tutti gli attacchi sotterranei. E' in vero difficile l' esecuzione di quanto si è detto ri-

riguardo alla mina E; ma pure co' mezzi additati, o con altri simili si deve intraprendere, e condurre a fine.

216. Si supponga intanto, che sia il fornello E scoppiato, e che il suo effetto venga rappresentato dal cerchio punteggiato; si deve l'incavo coronare, e rendere comunicante col primo colle trincee di comunicazione condotte a norma delle regole date sull'arte di attaccare (Parte I,), con fare altresì, che la truppa vi sia bene alloggiata. Indi avendo riguardo alla resistenza, che può l'assediato fare nella guerra sotterranea, al numero de' Minatori, che si possono impiegare, e ad altre circostanze, che determinano lo stato, in cui si trovano le Armate belliggeranti, conviene stabilire, se debbasi la guerra sotterranea condurre innanzi con due ordini di globi di compressione F,G,P, e H,N, P, o con uno di essi H, N, P. Il voler condurre la guerra sotterranea con due ordini di sì fatte mine, arreca in vero una spesa grandissima, ed un travaglio penoso, ma ne assicura la riuscita; poichè le due linee delle mi-

ne si sostengono l' una l' altra, e danno il mezzo di avere sullo spalto alloggiamenti più estesi, onde si rendono più sicuri gli approcci sulla superficie della terra, e si ottiene quella equilibrata connessione tra gli attacchi superficiali, e gli altri sotterranei, di cui è stato detto (n. 175.).

217. Or si supponga, che si voglia, e si possa condurre la guerra sotterranea colle due linee di fornelli; subito che si sarà coronato l' incavo E, bisogna, che da' siti *m*, *n* si aprano i rami principali *m* F, *n* H, e gli altri *o*5, *p*6 per proteggerne la costruzione, rompendo co' fornelli 5, e 6 parte de' rami KS, MQ. Nell' istesso tempo si dovrà intraprendere, se sia possibile, il ramo *r*7, per poter rompere coll' effetto del fornello 7, l' angolo L, che non è stato danneggiato dall' effetto della mina E, e resterà siffattamente interrotta nelle gallerie LZ, LX la circolazione dell' aria. Riprenderà l' assediante dall' incavo del fornello 7 i rami *a*8, *b*9, e stabilirà i fornelli 8, e 9, allo stabilimento de' quali si può anche, e

 forse

forse con maggior facilità, pervenire, partendo da' punti de' rami principali mF, nH, per rovinare sempre più le gallerie LX, LZ, e per andare incontro all'assediato, acciocchè non impedisca la costruzione de' rami medesimi mF, nH.

218. Non è da mettersi in dubbio, che l'assediato abbia nell'esposta guerra sotterranea una superiorità; pure coll'arte, e co' mezzi additati non iscompagnati da un vero coraggio, può l'assediante pervenire a far scoppiare i globi di compressione F, ed H. Dopo che gli sia ciò riuscito, deve rendere comunicanti i due incavi prodotti al più presto, che sia possibile, per mezzo della trincea OY, e stabilirvi un forte alloggiamento. Indi dall'incavo H intraprenderà il ramo tN, e dalla trincea di comunicazione OY, il ramo xG, proteggendone la costruzione cogli altri rami laterali, che si osservano nella figura, e che conducono a stabilire i fornelli 10, 11, 12, e 13; per rompere le gallerie, donde può l'assediato intraprendere i lavori per opporsi alla costruzione de' rami principali xG, tN. Subito poi,

che

che l'affediante avrà fatto fcoppiare i fornelli 11, e 12, comincerà, e profeguirà con follecitudine il ramo vP, e nel tempo iftefſo effendo caricate, ed intafate le mine G, ed N, fi faranno fcoppiare, fenza che fi abbia a temere, che poffano riceverne danno i Minatori, che travagliano nel ramo vP, effendone i medefimi a fufficienza diftanti.

219. Si noti, che collo fcoppio della mina G, refterà rotto l'angolo faliente della ftrada coperta. Sarà quindi l'affediato obbligato o di abbandonarla, o di trincerarfi nella medefima verfo il limite della controfcarpa; qualora però non fi oftina a far refiftenza nelle gallerie vicine alla mina N, e fe non fi creda neceffario di condurre a fine il ramo vP, e mettere in iftato la mina P di fcoppiare, non conviene far fcoppiare la mina N. Sarà fempre intanto vantaggiofo di far fcoppiare la mina P, per fare un'apertura più confiderevole nella ftrada coperta, per rovinare la cafamatta R, e per rovefciare in parte la controfcarpa nella foffata; poichè fiffattamente proce-

dendo su tutti gli angoli salienti, e rientranti, si potranno con sicurezza stabilire gli alloggiamenti sul ciglio dello spalto, e le batterie in breccia contro i fianchi; e intraprendendo la discesa, e 'l passaggio della fossata, si proseguiranno gli attacchi, secondo è stato detto (Part. I. Lib. III.).

220. Da quanto si è detto riguardo a' metodi di condurre la guerra sotterranea offensiva, si rileva, di quanto sia il metodo del globo di compressione preferibile agli altri, e sopratutto allorchè la Piazza abbia delle contromine a più ordini costruite secondo il sistema di Valier, le quali si estendono poco nella campagna. Malgrado intanto l' evidenza istessa non son mancati degl' Ingegneri, e de' Minatori, che il rigettano per le seguenti ragioni. I. Per la quantità eccessiva di polvere, che si richiede, volendo far la guerra sotterranea in sì fatta maniera. II. Per la difficoltà, che si ha in trasportare una sì eccedente quantità di polvere, allorchè si hanno a caricar le mine. III. Che in istabilire sì fatte mine è necessa-

rio

rio, che i rami ſieno molto lunghi per poterle ben intaſare, e che le camere ſieno ben grandi per poter ricevere le cariche; onde oltre la neceſſità d'intraprendere lunghi e penoſi travagli, un nemico intelligente avrà ſempre tutto il tempo per prevenirne l'effetto. IV. Che dopo, che un globo di compreſſione abbia prodotto un grande incavo; ſi può ſempre impedire con fornelli di mina, che l'aſſediante vi ſi alloggi, e che intraprenda di nuovo la guerra ſotterranea. All'oppoſto colle mine ordinarie, ſubito che s'intende venire il Minatore nemico, ſi forma un fornello, ſi carica, e ſi fa ſcoppiare, con prevenirlo a tempo. Onde ſi conchiude, che il metodo del globo di compreſſione ſia ottimo nelle ſcuole, e non già nella guerra, ove ſi va col medeſimo incontro a grandi pericoli.

221. Se il conſumo della polvere è grande, l'effetto è altresì maggiore, e quello, che ſi dovrebbe fare con più mine ordinarie, ſi fa con un globo di compreſſione. Colla vigilanza, e coll' ordine ſi poſſono evitare i peri-

coli, che possono incontrarsi nel trasporto della polvere. Se i rami debbon esser lunghi, si possono intraprendere da lontano, e come l'effetto de'globi di compressione si estende di molto, deve anche l'assediato far lunghi rami per prevenirne lo scoppio, e la camera si può con facilità far più grande con iscavare a dritta, ed a sinistra del ramo, poco importando, che non sia perfettamente cubica; anzi se il terreno è secco, si può risparmiare la cassa, potendo far uso de' sacchi ripieni di polvere (1). Si è in questo articolo fatto vedere con quali precauzioni si deve ripigliare la guerra sotterranea dagl'incavi prodotti, e di più è da notarsi, che dalla difficoltà IV. non vanno esenti le mine ordinarie. Non è finalmente un metodo di scuola, poichè il Sig. le Febvre l'impiegò ben quattro volte nell'assedio di Schweidtnitz, e superò felicemente la grandissima, ed ammirabile attenzio-

(1) E' stato così praticato nell'ultimo Assedio di Schweidtnitz del 1762. Si legga il Sig. le Febvre *Essai sur les mines*.

zione usata dagli Austriaci nella difesa di detta Piazza, e sopratutto nella guerra sotterranea. Non si creda intanto, che, malgrado l'esposta maniera di attaccare, non si abbiano a riputar sempre considerevoli i vantaggi, che le contromine apprestar possono per la difesa di una Piazza, siccome si renderà chiaro nel Capitolo seguente.

CAPITOLO V.

Dell' Arte di esercitare la guerra sotterranea per la difesa di una Piazza di guerra.

ARTICOLO I.

Si additano i provvedimenti i più essenziali da darsi per ben difendere una Piazza controminata; e si divisano i principj i più generali della guerra sotterranea difensiva.

222. La difesa, che può esercitarsi in una Piazza di guerra col mezzo delle contromine, è la più adatta a poter resistere per lungo tempo

po alla presente maniera di attaccare. Da quanto si è in questa III. Parte detto, si rileva abbastanza una sì fatta verità. I giornali degli assedj di Berg-op-zoom, e di Schweidtnitz col fatto l'hanno confermato; e resterà con evidenza dimostrato negli Articoli di questo V. Capitolo. Intanto una sì fatta difesa non è da sperarsi, se non si diano a tempo i dovuti provvedimenti, e se non vi si proceda con dati principj.

223. Or quanto a' provvedimenti, è necessario, che sia la Piazza fornita di Minatori intelligenti, e che sieno costoro in numero sufficiente, acciocchè sappiano fare l'uso il più vantaggioso delle contromine, e possano andare incontro a tutte le diversioni, che può un inimico intelligente intraprendere, e colle quali per la libertà, in cui egli si trova di augumentare le sue forze, può acquistare de' considerevoli vantaggi nella guerra sotterranea. Non debbono poi mancare gli strumenti necessarj per l'esercizio della guerra medesima, de' quali è stato detto altrove, come altresì la pol-

ve-

vere, ed il materiale necessario per la costruzione de' nuovi rami, e per caricare, ed intasare le mine.

224. Si deve inoltre badare, che sieno le contromine preparate per tempo alla difesa. Di sì fatti preparativi, alcuni riguardano le opere istesse delle contromine, ed altri le disposizioni da darsi in bene impiegare i Minatori, nella costruzione de' rami, che condur debbono alle mine, ed in iscoprire le nemiche sotterranee intraprese. I primi, tuttocchè ne sia stato in parte detto (Capitolo III.), possono ridursi ai seguenti. I. Che vi sieno de' magazzini per riporvi quanto bisogna per l' esercizio della guerra sotterranea. II. Che sieno le gallerie sotto la strada coperta traversate con porte, o con sacchi a terra, o alternando l' une cogli altri. III. Che le gallerie di comunicazione sieno fornite di tre porte, che faranno l' uffizio di traverse, cioè una per ciascun estremo, ed una nel mezzo di ogni galleria, con avvertire, che sieno le porte istesse resistenti ai colpi di fucile, forate in modo

da

da potervi esercitare una difesa, e chiudere i fori, quando si voglia; e costruite finalmente secondo fu detto (n. 94.). IV. Si debbono similmente fornir di porte le gallerie d'inviluppo, ed i rami di ascolto, e se si abbia tempo, e non si manchi di Minatori, si dovrebbero render comunicanti i rami di ascolto vicino alle capitali.

225. Si noti, che qualora le gallerie son fornite di porte, si acquistano molti mezzi di esercitar con vantaggio la guerra sotterranea. Infatti si può con facilità arrestare un aggressore, che sia penetrato nelle contromine, e se ne può anzi discacciare. Si possono intraprendere con più sicurezza degli altri rami, per andar incontro all'inimico. Si possono preparare de'fornelli dietro i rivestimenti, conducendo i salsiccioni dietro le porte. Si possono altresì preparare sotto il suolo delle gallerie, o de'rami, delle bombe, delle casse di polvere, comunicandovi il fuoco da dietro le porte istesse. E finalmente si può con vantaggio usare il fucile, gettar nelle gallerie de'misti puzzolen-

lenti, e ſerrandole bene, coſtringere l' inimico ad uſcire da que' rami, che avrà forſe occupati.

226. Dal tempo poi, che abbia l' inimico aperta la trincea, ſino à che giunga alla coſtruzione della terza parallela, ſi deve provvedere a tutto ciò, ch' è neceſſario alla difeſa. Infatti ſi debbono, ſe non tutti, almeno in parte preparare, e coſtruire i rami, che poſſono condurre a' ſiti determinati, che deve l' inimico occupare. Tali ſono i rami, che condur debbono alle mine, che ſi poſſono impiegare per roveſciare i cavalieri di trincea, gli alloggiamenti ſul ciglio dello ſpalto, e le batterie in breccia. Nello ſteſſo tempo biſogna ſtabilire le ſentinelle, per cuſtodire le contromine da ogni ſorpreſa; ed avanzandoſi gli approcci, ſi debbono mandare nelle gallerie di aſcolto de' minatori eſperti, per prevenire l' inimico ne' lavori, che può intraprendere da lungi, per penetrare nelle contromine, e ſorprenderle. Subito poi, che l' aggreſſore abbia coſtruita la terza parallela, biſogna oſſervare con preciſione i luoghi,

ghi, donde intraprende i suoi attacchi sotterranei, facendo uso di piccole sortite. Gli ammassi di legno necessarj per la costruzione de' rami, e le terre, che deve il nemico trarre fuori dallo scavo de' medesimi, possono far scoprire i siti suddetti. Si possono inoltre impiegare delle spie, e quando tutti sì fatti mezzi mancassero, si potrà scoprire ogni lavoro nemico, se i Minatori, che sono ne' rami di ascolto, sieno vigilanti, e si servano de' mezzi additati (n. 58.).

227. Quando si sieno date tutte le anzidette disposizioni, si dovranno nell' esercizio attuale della guerra sotterranea difensiva aver anche in mira i seguenti principj generali.

I.

Allorchè l' aggressore intraprenda i suoi attacchi sotterranei molto lungi, bisogna andargli incontro ad una limitata distanza in modo, che non possa offendere colle sue mine i rami di ascolto; poichè il volerlo prevenire a maggior distanza, defaticherebbe i Minatori senza necessità, e forse anche con abbondona-

re,

re, e trascurare i lavori più necessarj alla difesa.

II.

228. Sempre quando, per arrestare i progressi sotterranei dell'inimico, si può far uso di piccoli fornelli, che non manifestano il loro effetto sulla superficie della terra (1), questi si debbono preferire alle mine; poichè si previene più facilmente l'inimico, si consuma minor quantità di polvere, e non si perde terreno sul campo di difesa; dovendosi riflettere, che è tale lo stato dell'assediato, che facendo scoppiare de' fornelli per arrestare i progressi dell'inimico, gli stessi fornelli, che impiega come mezzi di difesa, tendono a minorarla gradatamente, e concorrono alla resa della Piazza.

III.

229. Convenendo spesso far scoppiare delle mine per rovesciare i lavori di zappa, e gli alloggiamenti; quando le circostanze non esiggano il contrario, è vantaggioso, che vi si dia

(1) Da' Francesi vengono questi piccoli fornelli chiamati *Camouflets*.

dia fuoco al far del giorno. In fatti si potrà di giorno impedire colla fucileria, e coll'artiglieria, che l'aggressore ripari il danno sofferto, e che occupi gl'incavi prodotti; onde sarà costretto ad attendere la notte, nella quale per le preventive conoscenze del giorno, se gli potrà altresì opporre valida resistenza colle sortite, colla fucileria, e coll'artiglieria.

IV.

230. Dovendosi per la difesa sotterranea costruire nuovi rami per istabilire delle mine, bisogna aver ben presente il sistema delle contromine, per poter serbare le giuste distanze, e le proporzionate cariche; altrimenti si produrrebbe la ruina delle contromine istesse. Inoltre si deve badare, che i fornelli si facciano scoppiare coll'ordine corrispondente al sistema, per poter aumentare gli ostacoli all'aggressore, siccome si rileva da quanto fu detto altrove.

V.

231. Tutti i lavori sotterranei si hanno a condurre in modo, che l'aria vi comunichi li-

liberamente, e che si abbiano delle sortite libere per poter più comodamente eseguire i lavori medesimi; senza giammai trascurare di attentamente ascoltare il romore sotterraneo, per potere in tempo andare incontro ai lavori nemici, e prevenire tutte quelle diversioni, colle quali può l'aggressore pervenire a stabilire i globi di compressione.

VI.

232. Se malgrado ogni avvertenza, l'inimico pervenga a stabilire, ed a far scoppiare un globo di compressione, bisogna, allorachè è stabilito, allontanarsi dalle gallerie, e da' rami vicini per non esporre a sicura morte i Minatori; ed essendo scoppiato, si dovrà subito accorrere per arrestare gli ulteriori progressi. Si dovrà quindi cercare di occupare l'incavo con una sortita; ma siccome una sì fatta occupazione non può lungo tempo sostenersi, così si deve agire sotterraneamente, per poter colle fogate distruggere il coronamento, e colle mine rovesciare l'alloggiamento, che vi stabilirà l'inimico, ed impedire siffattamente, ch'ei ricominci la guerra sotterranea.

VII.

233. Finalmente nell'efercizio della guerra fotterranea, fubito, che fi conofca, che non fi poffa più foftenere una qualche galleria, bifogna romperne la comunicazione dalle altre, fopratutto fe quefte conducano fotto la ftrada coperta, o nelle opere della Piazza; poichè potendofene l'inimico impadronire, avanzerebbe di molto i fuoi attacchi. Inoltre fi deve penfare a liberare dal fumo i rami, e le gallerie, fubito che fieno le mine fcoppiate, poichè quefto è il più gran nemico nella guerra fotterranea medefima.

ARTICOLO II.

Della difefa di una Piazza controminata, allorachè le contromine vengano attaccate col metodo ordinario.

234. Nell' Articolo II. del IV. Capitolo di quefta III. Parte fi è efpofto il metodo ordinario di attaccare una Piazza controminata.

Per

Per andar incontro ad un sì fatto attacco, si supponga ora, che abbia l'assediato provveduto a quanto è necessario per la difesa delle contromine, secondo è stato detto nell' Articolo antecedente. Sia AB la terza parallela dell' assediante, il quale vi abbia scavato i pozzi *m*, *n*, *p*, e dal fondo di questi cominciati abbia altresì i rami *m*C, *n*D, *p*E per attaccare le gallerie delle contromine. Si supponga inoltre, che il ramo *m*C si diriga precisamente per mezzo de' due rami di ascolto FG, HI, ch' è la posizione la più vantaggiosa per l'assediante, quando i rami non distino tra se più di 24 tese, per non essere inteso. Fig. 40.

235. Nella suddetta ipotesi, qualora l'assediato avrà a tempo costruito il ramo di unione FH, se la parallela AB ne dista, per esempio, 18 tese, dopo che il Minatore assediante avrà prolungato il ramo di poche tese, sarà da' Minatori della Piazza inteso il di lui lavoro sotterraneo, usando uno dei mezzi additati (n. 158), ancorchè non siansi scoperte antecedentemente le di lui mire metten-

 do

do in pratica quanto si è detto altrove. Si supponga intanto, che i Minatori della Piazza si accorgano del lavoro dell'inimico, dopo, che questi si sia avanzato fino in K per sei tese, vale a dire a 12 tese distante dal ramo di unione FH. Il Minatore nemico deve proseguire il suo ramo direttamente, per incontrare il ramo di unione, poichè deviando a dritta, o a sinistra non incontrerebbe alcun ramo.

236. L'assediato, assicurato della direzione del ramo dell'assediante, costruirà il ramo L*a*, e subito, che ascoltando conosca, che il Minatore nemico sia passato, formerà con un trapano di 8, o 9 pollici di diametro, un foro *ab*, che prolungherà più o meno a misura, che il ramo nemico ne sia più o meno distante. Vi situerà indi 25 in 30 libbre di polvere, ed anche più, se si ritrova ad un livello molto basso, che non si possa temere, che l'effetto dell' accensione si manifesti sulla superficie della terra. L'intaserà poi ben bene, con comunicarvi il fuoco per mezzo di canne di fucili inservibili,

li, ovvero per mezzo di legni perforati dalla natura, o dall'arte; e dandovi immediatamente fuoco, resterà il Minatore nemico soffogato senza veruno scampo. Si noti, che una sì fatta manovra si può praticare, ancorchè l' assediante ritrovisi in un livello più basso, o più alto, poichè scendendo, o salendo, e conducendo il foro secondo la posizione necessaria, si otterrà l'istesso.

237. Si è supposto sin quì, che l'assediato si ritrovi aver antecedentemente costruito il ramo di unione FH. Or, se non essendovi sì fatto ramo, si supponga anche, che per una negligenza de' Minatori intenti ad ascoltare, e per una sopraffina arte i Minatori assedianti abbiano condotto il ramo, o fino alla galleria d'inviluppo GI, o deviando fino a qualche ramo di ascolto, onde sieno per entrare nell'una, o nell'altro. In questo caso, non essendovi il tempo di andar loro incontro co' rami *cd*, ed *efg*, e soffogarli col mezzo di piccoli fornelli, o sia con soffiate, si prenderà l' espediente di scavare nella galleria d'inviluppo

de' piccoli pozzi, per passare da questi sotto le fondamenta de' muri, e stabilire a dritta, ed a sinistra due piccoli fornelli *bb*. Si caricheranno questi di 30 fino a 50 libbre, e sempre in modo, che non se ne manifesti l'effetto sulla superficie; e si farà passare il salsiccione sotto il suolo della galleria istessa, conducendolo dietro le porte. Si userà ogni sforzo per respingere il Minatore nemico, e quando non si possa altrimenti, si darà fuoco a' detti fornelli, e s'interromperà così ogni comunicazione nella rimanente galleria d'inviluppo.

238. Nel caso, che manchi il tempo per eseguire tutto l'anzidetto lavoro, lo che non può avvenire, che per una positiva trascuraggine de' Minatori della Piazza, si potranno scavare de' piccoli pozzi nel suolo della galleria, e vi si porrà una quantità di polvere, con condurne i salsiccioni dietro le porte. Si possono anche ad un piede di profondità sotto il suolo della galleria mettere de' cartocci di polvere di 5 in sei libbre, e delle granate con de' micci, che conducano dietro le porte, per

dar-

darvi il fuoco, quando si voglia, facendo lo stesso nella galleria più vicina di comunicazione NM, siccome si rileva dalla figura.

239. Fatti tali, ed altri preparativi, si può quando anche si voglia attendere l'inimico a piè fermo per respingerlo, allorchè è egli per entrare nella galleria d'inviluppo. Infatti quando è egli per sboccarvi, si può agire contro al medesimo con delle picche, con fucili corti, con pistole, con granate, con fuochi, e misti di diversa spezie; e come ritrovasi egli ristretto in un piccolo ramo, in cui vien minorata la sua difesa, poichè non può opporsi, che con un uomo di fronte, così vi è tutta la probabilità di respingerlo. Ma si supponga pure, che in questa piccola guerra l'assediato vada a succumbere, e che venga costretto a ritirarsi dietro le porte, e che l'inimico penetri nella parte abbandonata della galleria. In questo caso resterà il nemico istesso esposto a tutto il fuoco di fucileria, che da dietro le porte medesime possono i difensori esercitare, e si potrà costringere a ritirarsi.

240. Ma resista pure, e si supponga che si fortifichi trincerandosi nella stessa galleria; allora serrando bene le porte, ed i fori, che nelle medesime ritrovansi, si darà fuoco alle piccole casse di polvere riposte ne' pozzi, ai cartocci, alle bombe, ed ai misti puzzolenti, e resterà l' inimico o bruciato, o pure verrà costretto dal fumo ad abbandonare la galleria non meno, che il proprio ramo, per ove il fumo si sarà insinuato; ed in questò frattempo si potranno dietro de' rivestimenti costruire de' fornelli per impedirgli ogni comunicazione, allorachè tenta tornarvi, preparando altresì de' rami per impedirgli la ritirata.

Fig. 41. 241. Per maggior chiarezza, sia CD il ramo, che costruisce l'inimico per penetrare nella galleria AB; sia il ramo *mn*, o di ascolto, se si suppone AB galleria d'inviluppo, o di comunicazione, se è una galleria sotto la strada coperta. Allorchè l'inimico è intento a costruire il ramo CD, deve l'assediato costruire il ramo *no*, e con un grosso trapano stabilire un piccolo fornello *p*, affinchè passa-

to che farà l'inimico verso D, e prima che penetri nella galleria AB, possa soffogarlo collo scoppio dello stesso fornello. Nel caso poi, che non siasi potuto eseguir a tempo questa manovra, nè si sieno costruiti gli altri fornelli dietro i rivestimenti, siccome si osserva nella figura, allora tra le due porte X X, si preparerà quanto di sopra si è detto (n. 240), si attenderà a piè fermo, e si cercherà di respingerlo nel modo esposto (n. 239.) Nel tempo istesso si cercherà sempre di stabilire il fornello *p*, affinchè ritornando ad attaccare la stessa galleria, allorachè v'è penetrato, si possano gettare de' misti puzzolenti tra le porte X X, e far scoppiare il fornello *p*, onde resterà soffogato dal fumo, senza che possa più ritirarsi.

242. Malgrado adunque tutti i vantaggi, che si sono supposti in favore dell'assediante, è chiaro, che può l'assediato respingere l'aggressore, che tenta di penetrare nelle gallerie delle contromine. Si dirà intanto, che può egli far scoppiare delle mine, o attendere, che scoppino le mine della Piazza, alloggiarsi ne-

gl'

gl'incavi, e procedendo alla costruzione di altre mine, rovesciare le gallerie delle contromine; onde poi penetrando in alcune di esse le ridurrà in trincee, e comunicando gli approcci sulla superficie dello spalto, verrà a stabilire i cavalieri di trincea, gli alloggiamenti sul ciglio dello spalto, e le batterie in breccia.

243. Per andar incontro a questi altri mezzi di offesa, si rifletta, che se difficile cosa si è dimostrato essere, che l'aggressore prosiegua i rami de' suoi lavori sotterranei, senza esser prevenuto, molto difficile gli sarà di poter pervenire a stabilire de' fornelli di mina, di caricarli, e di intasarli, senza che ne sia disturbato. Similmente, come alloggerà egli negli incavi delle mine, che l'assediato fa scoppiare, se questi lascia nell'intasamento delle piccole quantità di polvere, e delle bombe, e le fa scoppiare, quando intraprenda egli de' nuovi lavori? oltre di che può l'assediato istesso preparare a tempo delle nuove mine per rovesciare gli stabiliti alloggiamenti, e de' piccoli

coli

coli fornelli per arreſtarlo in qualunque lavoro ſotterraneo, che intraprende.

244. Quanto poi all'uſo, che l'inimico può fare delle opere ſulla ſuperficie del terreno, ſi noti, che non ſi poſſono le medeſime avanzare, ſenza che ſi avanzi la guerra ſotterranea. Infatti può l'aſſediato con facilità rendere inutili i cavalieri di trincea, ed impedirne del tutto la coſtruzione con mine alquanto ſovrabbondantemente caricate, poichè ſi formeranno ne' ſiti della loro coſtruzione degl' incavi; oltre di che qual vantaggio trarrà l'inimico da sì fatti cavalieri di trincea, ſe non potrà mai occupare la ſtrada coperta, ſenza che ſiaſi prima impadronito delle contromine, dalle quali può ſempre l'aſſediato impedirgli la coſtruzione degli alloggiamenti, e delle batterie in breccia ſul ciglio dello ſpalto? Dovrà adunque l'inimico cogli ſteſſi ſvantaggi additati di ſopra proſeguire la guerra ſotterranea, durante la quale, non deve l'aſſediato aver molta gente per la difeſa della ſtrada coperta, e quella, che vi reſta, può metterſi al coperto dietro le traverſe, e nelle Piazze d'armi rientranti.

245. Qualora poi l' assediato non possa più sostenere le gallerie sotto lo spalto, deve ben difendere la galleria sotto la strada coperta, impedendo, che l'inimico vi penetri. Quindi cercherà di opporsi, che vi s' introduca per le gallerie di comunicazione, che deve rendere inaccessibili subito, che non possa sostenerle, ed anderà incontro ai rami, ed alle mine, che potrà intraprendere, con piccoli fornelli, e con fogate. In fine dovrà sostenersi nelle casematte sotto gli angoli salienti, e rientranti della strada coperta, per poter intraprendere sempre nuovi rami, che conducano a stabilire delle mine per rovesciare le batterie in breccia, secondo fu detto, per evitare, che l' inimico non venga di viva forza ad insultare le dette casematte, e per opporsi alla difesa della fossata.

246. Supponendo intanto, che pervenga l'aggressore a superare tutte le anzidette difese, siccome verrà ad occupare la strada coperta, e potendo in una sì fatta manovra esser molto coadjuvato dalle traverse, così oltre

tre di ciò ch'è ſtato detto altrove, ſi poſſono ſotto le traverſe formare de' canali, e introdurvi la polvere ripoſta in barili, o in ſacchi poſti tra ſe ad ugual diſtanza. Indi ſi diſporrà la comunicazione del fuoco in modo, che le diverſe quantità di polvere ſi accendano nello ſteſſo tempo, conducendo i ſalſiccioni nella foſſata. S'intaſeranno bene, affinchè la forza della polvere acceſa incontri da per tutto un'egual reſiſtenza, ed allorchè ſi crederà neceſſario, vi ſi darà il fuoco, e reſteranno le dette traverſe raſate, onde reſterà l'aggreſſore eſpoſto a tutte le offeſe della Piazza (1).

247. Semprecchè l'aſſediato conſerva le caſematte ſotto la ſtrada coperta, potrà dalle medeſime intraprendere de' lavori ſotterranei per moleſtare l'aggreſſore nelle Piazze d'armi rientranti, e ſalienti della ſteſſa ſtrada coperta, e nella diſceſa della foſſata; e ſe vi ſieno del-

(1) Le Febvre (nell'opera più volte citata) aſſicura, che a Berg-op-zoom ſi miſero ſotto una traverſa due caſſe di polvere, che divideano il canale in tre parti, e che eſſendoſi alle medeſime comunicato per mezzo di un ſalſiccione il fuoco nello ſteſſo tempo, ſi oſſervò la traverſa raſata perfettamente.

delle gallerie capitali, ed altre di comunicazione sotto la fossata, potrà dalle stesse casematte bersagliare il passaggio della fossata, e fare nelle dette gallerie de' preparativi per obbligare l'inimico ad una svantaggiosa guerra sotterranea, usando tutti i mezzi finora additati.

248. Or qualora riesca anche all'aggressore di superare gli ostacoli nel passaggio della fossata, della guerra sotterranea non meno, che degli altri additati nella II. Parte; deve l'assediato dalla galleria Magistrale delle opere battute in breccia aprire de' rami per stabilire delle mine sotto la breccia medesima, a due ordini, se il terreno il permette, regolandone le linee di minor resistenza, e le cariche in modo, che scoppiando lascino intatte le scarpe, ed agiscano dalla parte dell' assediante. Stabilite sì fatte mine, qualora abbia l'aggressore formata la breccia, e tenti montarla colla colonna, si farà scoppiare il prim' ordine di fornelli, onde resterà rovesciata, e dovrà ingegnarsi di rendere di nuovo la breccia acces-

cessibile, e venendo di nuovo all'attacco si potrà far uso de' fornelli di second'ordine con farli scoppiare, allorchè la colonna ha montato buona parte della breccia, affinchè resti interrotta dall'effetto delle medesime, ed una porzione resti sepolta nelle rovine, e la più avanzata sia obbligata a rendersi prigioniera.

249. Dopo che usati siensi tutti i mezzi di difesa per rendere inutili, ed impraticabili le brecce, si supponga pure, che l'aggressore le abbia rimesse, allora nel tempo istesso che si praticheranno tutte le difese, delle quali fu detto nella II. Parte, preparar si debbono le mine per far saltare, e rovesciare gli alloggiamenti dell'aggressore sull'alto delle medesime, se viene senza assicurarsi del di sotto, ovvero si dovrà intraprendere una nuova guerra sotterranea, la quale si condurrà cogli stessi principj, e facendo uso degli stessi mezzi fin quì additati. In ogni caso poi preparar si debbono le traverse, per farle saltare, allorchè non si possono più difendere, siccome si è detto di quelle sulla strada coperta (n. 246).

250.

250. Si è parlato finora della difesa di tutte le opere, alle quali l'inimico abbia fatto breccia, senza badare all'ordine delle successive operazioni de' suoi attacchi, poichè ne fu detto a sufficienza nelle due prime parti di questo Libro. Intanto si avverta, che se si tratta del rivellino, e questo sia fornito di un ridotto, dopo che siasi l'aggressore alloggiato sull'alto della breccia del medesimo, deve l'assediato obbligarlo ad una nuova guerra sotterranea, qualora ei tenti d'impadronirsi del ridotto istesso, potendo oltre le mine impiegare delle bombe sotterrate, e delle fogate, per impedirgli il passaggio della fossata, e la salita della nuova breccia, e potrà l'assediato fare una difesa ostinata in sostenere i sotterranei del ridotto istesso, e con ispezialtà se vi sieno sotto i suoi ripari delle casematte, che battano di rovescio le facce de' bastioni. Se finalmente i difensori lo debbono abbandonare, metteranno fuoco a delle mine antecedentemente preparate, e delle quali i salsiccioni siansi condotti dietro le tanaglie, per mettervi fuo-

co

co allorchè l'inimico vi è ſopra; qual manovra riuſcendo, ſi potrà con una ſortita forzare l'inimico ad abbandonarlo.

251. Non altrimenti ſi può difendere una controguardia di groſſo profilo, ſopratutto ſe ſia la medeſima coſtruita co' ſiſtemi di demolizione. Quanto poi è ſtato detto circa la difeſa del rivellino, ſi può applicare a quella di un baſtione fornito di un cavaliero, o di ſolidi trinceramenti. Si noti infine, che ſi è ſuppoſto, che l'inimico intraprenda la formazione della breccia col cannone; poichè nelle opere controminate è coſa difficile farvi breccia colle mine; ma ſe mai voglia egli delle medeſime far uſo per l'effetto iſteſſo, ſi potrà più facilmente reſpingere, ſe ſi conſiderino i vantaggi, che le gallerie magiſtrali appreſtano ai difenſori.

ARTICOLO III.

Della difesa delle contromine contro la seconda maniera di attaccarle.

252. La maniera di attaccare le contromine esposta nell'Articolo III. del Capo IV. di questa III. Parte, tuttochè sembri a primo aspetto vantaggiosa, pure è di pochissimo momento, se si opponga la seguente difesa. Si debbono preparare i fornelli delle mine in modo, che scoppiando il primo, succeda il secondo, che ne copra l'incavo, ed un terzo, che copra l'incavo del secondo, siccome fu detto (n. 106 a 109), e s'impedirà siffattamente all'inimico di alloggiarsi negl' incavi prodotti, e di penetrar quindi nelle gallerie, e ne' rami. Inoltre se non si voglia, o non si possa eseguire una sì fatta manovra, allorchè s'intasano i fornelli, si mettano al di sotto, e al di sopra, a dritta, ed a sinistra dell'intasamento, ed in questo medesimo, le quantità di pol-

ve-

vere di 18 in 20 libbre poste in sacchi, o in casse; o pure vi si mettano delle grosse bombe, ed i conduttori del fuoco si facciano separatamente passare sotto il suolo della galleria fino a que' siti, donde vi si può comodamente dare il fuoco.

253. Preparati che siansi gl'intasamenti in simil guisa, si supponga, che per arrestare il lavoro della zappa siasi fatto scoppiare un fornello; accorrerà l'assediante per coronarne l'incavo, ed alloggiarvisi; l'assediato si opporrà a questa di lui prima intrapresa coll'artiglieria della Piazza, e, se le circostanze il permettono, con qualche sortita. Qualora poi, malgrado sì fatti mezzi di difesa, l'inimico siasi alloggiato nell'incavo, e cominci a ricercare l'intasamento per aprirsi l'adito nella galleria, co' piccoli fornelli preparati, e colle bombe si respingerà più volte, e frattanto si può preparare un altro fornello, qualora non vi sia, per rovesciare del tutto l'alloggiamento, e far siffattamente svanire ogni intrapresa. Or siccome tal manovra si può replicare in ogni

 for-

fornello, che fanno i difensori scoppiare, così è chiaro, che di pochissimo momento sia una tal maniera di attaccare.

254. Si può intanto opporre col Sig. Belidoro, che essendo l'assediante nell'aria libera, e l'assediato nelle gallerie, potrà il primo pervenire a togliere l'intasamento, anche con soffrire qualche rovescio delle bombe, e de' piccoli fornelli, e non avrà il secondo mai tempo di ritornare nelle contromine, per costruire nuove mine, e per opporre una valida resistenza, poichè il fumo ne lo terrà lontano per molte ore. A tutto questo si risponde, che potrebbe ciò darsi, qualora non si prenda, per evitare il fumo, alcuna precauzione. Ma se al contrario il fornello sia ben caricato, ed intasato in modo, che il fumo della polvere non possa penetrare nella galleria, o nel ramo, se s' impieghino salsiccioni di 4 in 5 linee in vece di que' di un pollice, se i medesimi si conducano per sotto il suolo ben coperti fuori le porte, e quivi si usino artifizj per non farvi penetrare il fumo; se finalmente si abbia-

biano buoni mantici per far uscire quel poco di fumo, che vi si sia mai intromesso; si rende chiaro, che non potrà mai l' aggressore penetrare nelle gallerie, e ne' rami delle contromine, e penetrandovi, se ne potrà di leggieri scacciare, senza che abbia il tempo di fare quanto mai bisogna per ridurre le gallerie istesse in trincea di offesa.

255. Non vale poi opporre l' esperienze fatte a Bissy dal Sig. Belidoro nel 1753., I. perchè gl' incavi non furono coronati, e conseguentemente niun conto si ebbe del tempo, che bisognava a far detto coronamento in faccia all'artiglieria della Piazza, e delle sortite, che si possono in simili casi praticare, e colle quali riesce spesso di scacciare l'aggressore dagl' incavi medesimi (1) II. Se i Minatori non avessero con anticipazione saputo i precisi siti de' rami intasati, avrebbero perduto molto tempo a rinvenirli, e conseguentemente sarebbe l'assediato ritornato alla di-

(1) Accadde ciò nell' ultimo Assedio di Berg-opzoom dell' anno 1747.

difesa delle proprie gallerie prima, che l'assediante vi fosse entrato; poichè in un tempo così considerevole si sarebbe dissipato il fumo, ancorchè non si fosse praticato alcun mezzo artifiziale.

256. Quanto all'altro metodo delle mine caricate sovrabbondantemente, che il Sig. Belidoro unisce al già esposto, per far nell'istesso tempo diverse aperture nelle gallerie, è soggetto a molte difficoltà, le quali in parte si sono additate nell'Articolo II. di questo Capitolo, e che vieppiù saranno sviluppate nel seguente. Oltre a ciò, si supponga, che riesca all'assediante di far scoppiare i detti globi di compressione, chi impedisce all'assediato di opporsi, che l'assediante non penetri nelle gallerie, giacchè non vi è a temere del fumo? E finalmente quando anche vi sia entrato, a quali offese non resterà egli esposto, se l'assediato va incontro a lui con tutti que' mezzi, de' quali fu detto nell' antecedente Articolo? E supponendo anche, che riduca in trincee porzioni de' rami di ascolto, a quali offese di artiglieria non saranno le me-

de-

desime esposte, e come potrà egli mai penetrare nella galleria d'inviluppo? Si sà bene, qual resistenza opposero i difensori di Berg-op-zoom ne' rami di ascolto.

ARTICOLO IV.

Della difesa sotterranea contro la terza maniera di attaccare le contromine.

257. La terza maniera di attaccare le contromine, esposta nell' Articolo IV. del Capo IV. di questa III. Parte, cioè facendo uso de' globi di compressione, è certamente la più efficace. Per rilevare intanto la maniera di andarvi incontro, si supponga, che l'assediante abbia stabilita la terza parallela AB distante da' rami di ascolto per tese 17, per dargli tutti i vantaggi a poter con sicurezza intraprendere gli attacchi sotterranei. Si supponga altresì, che cominci a scavare nella stessa parallela i pozzi *m*, *n*, *p*, e che questi debbano essere profondi piedi 16; avrà egli bi-

Fig. 40.

bisogno di 24 ore di travaglio per condurli a fine. Intraprenderà immediatamente lo scavo de'rami *m*C, *n*D, *p*E, i quali prolungar deve almeno per la lunghezza di tese 12, acciocchè i globi di compressione, che nel caso proposto hanno una linea di minor resistenza almeno di 16 piedi, essendo caricati secondo la formola del Sig. Belidoro, si possano ben intasare, non arrechino danno alla parallela, e possano rompere i rami di ascolto al di là di tese otto di distanza.

258. In una sì fatta supposizione, siccome costa dall'osservazioni, che in 24 ore non si possono fare più di 18 piedi di consimili lavori, anche nel caso, che i Minatori non ne sieno disturbati, e non incontrino ostàcoli estraordinarj; così saranno necessarj all'assediante altri quattro giorni per costruire i rami *m*C, *n*D, *p*E. Di più per scavare la camera, per caricare, e per ben intasare la mina, si debbono contare altre ore 24. Quindi senza mettere a calcolo, che non può l'assediante trasportare la polvere, che di not-

notte, per le trincee, per non esporsi a sicuri pericoli, sono al medesimo necessarj sei giorni per stabilire un globo di compressione.

259. In questa ipotesi, si consideri, che l' assediato, avendo unito i rami di ascolto per mezzo degli altri FH, HP, PR, può da questi intendere il travaglio de' Minatori nemici, allorchè ne sono distanti per tese 24 in 25 (n. 158): ma si supponga, che l'intenda alla distanza di tese 12; potrà da questo momento esser consapevole dello stato, in cui sono, e della direzione, secondo la quale procedono i lavori sotterranei dell' inimico, anche che abbia trascurato di acquistarne un' anticipata conoscenza co' mezzi additati (n. 226). Da questo momento adunque i Minatori della Piazza, percorrendo i detti rami di unione, fisseranno ne' medesimi con precisione i siti, donde meglio s' intenda il romore de' nemici Minatori. Fissati, che siensi colla massima precisione i detti siti, e supponendo, che sieno X, ed Y a dritta, ed a sinistra de' medesimi, e propriamente alla distanza di 15 in 18 piedi, in-

tra-

traprenderà la scavazione de' rami *La*, *rs*, *qz*, *ov*, che condur si debbono perpendicolari ad FH PQ; per poter impedire all'inimico lo stabilimento de' globi in C, ed in E.

260. In questo stato di cose adunque, essendosi dall'assediato inteso il lavoro dell'assediante a 12 tese di distanza da' rami FH PR, cioè in K, K; partendo il primo da' detti rami dovrà per giugnere in C, ed in F, formare i rami di 5 tese di lunghezza, e 'l secondo, cioè l'assediante, partendo da K, K, per pervenire agli stessi punti, li dovrà fare di sette. Quindi il primo, cioè l'assediato, travagliando ugualmente, che l'assediante, potrà estendere i rami *La*, *rs*, *qz*, *ov* due tese più in là de' siti C, ed E. Onde se con un trapano formi de' fori *ab*, *zb*, e vi metta 25 in 30 libbre di polvere, con intasar bene i fori istessi, e comunicandovi il fuoco nel modo altrove detto, resterà l'assediante prevenuto, e sepolto ne' suoi rami.

261. Non è poi da dirsi, che possa l'assediante prevenire l'assediato; poichè se ei non

per-

perviene ai siti C, ed E, non può stabilire i globi di compressione (n. 257). Non può nemmeno con piccoli fornelli, qualora l'assediato, invece di scavare un solo ramo per andar incontro all'inimico, ne intraprenda due, cioè uno a dritta, e l'altro a sinistra, come si è di sopra detto, e come rilevasi dalla figura, e che sieno a differenti distanze dal ramo nemico; poichè deve il nemico assediante, per assicurare la costruzione del ramo principale, aprire da questi altri due rami collaterali per andar incontro all'assediato. Or questi differenti lavori ritarderanno sempre più il travaglio del ramo primario, giacchè le terre scavate debbonsi cacciar fuori per lo stesso ramo, onde ne deriva un imbarazzo grandissimo. Ma si supponga pure, che l'assediante pervenga ad arrestare uno de' rami dell'assediato, vi resterà l'altro, che trovasi ad un'altra distanza. E quando infine pervenisse ad arrestare il progresso de' due rami, potrà sempre l'assediato nel sito istesso formare una mina, ed arrestare siffattamente l'inimico, che viene a stabilire i

glo-

globi di compressione: la qual manovra non potrà praticare l'assediante; poichè si toglierebbe egli stesso i mezzi per stabilire i globi suddetti.

262. Si noti però, che l'assediante, vedendosi circondato da' Minatori nemici, può nel luogo, in cui si trova, stabilire una mina, e seppellire ne' loro rami i Minatori della Piazza, qualora costoro non usano alcuna vigilanza. Per andar incontro adunqne ad un sì fatto pericolo, è da sapersi, che qualora s'intende travagliare sotterra l'aggressore per un dato tempo, senza che avanzi, creder si deve, che scavi la camera della mina. Qualora cessa il romore, allora si accomoda la cassa, vi si mette la polvere, e vi si adatta il canale col salsiccione. Se infine s'intenderà travagliare in maggior distanza, ed il romore si vada successivamente minorando, allora si farà l'intasamento. In questo tempo il Minatore assediato, se non è in istato di prevenire l'inimico, si deve ritirare; ma se poi si trova vicino, nel tempo che il Minatore nemico è intento ad intasare,

po-

potrà con un trapano far un foro verso il fornello, o verso il ramo, e per il medesimo introdurvi più barili di acqua, affinchè penetrando questa nella camera, o nel canale nemico, possa rendere inutile l'effetto della mina.

263. Or se malgrado tutti i divisati mezzi di difesa, pervenga l'assediante a far scoppiare in siti diversi più globi di compressione C, D, E, e questi abbiano prodotti gli effetti disegnati nella figura, cioè che il fornello C abbia soltanto danneggiato il ramo di unione FH; il fornello D il ramo di unione HP, e parte di quello di ascolto qU, ed il terzo E il ramo di unione PR, e porzione del corrispondente ramo di ascolto. Dopo questi effetti, deve l'assediante immediatamente riparare le vicine trincee, che hanno dovuto molto soffrire, coronar deve gl' incavi almeno per metà, come si osserva nella figura, far le comunicazioni della trincea ne' medesimi, per quindi intraprendere dagl' incavi prodotti altri rami, per poter proseguire la guerra sotterranea col mezzo di altri globi di compressione.

264.

264. Dovendo adunque l' aggressore eseguir tutti gli additati lavori, per mettersi in istato di proseguire la guerra sotterranea, può l'assediato coll'artiglieria bersagliarlo, allorchè viene ad occupare gl'incavi de' globi di compressione scoppiati; può da' medesimi discacciarlo colle sortite, qualora gli abbia occupati; può poi colla fucileria, coll' artiglieria, e colle sortite molto molestare il lavoro delle comunicazioni, ch' esser vi debbono tra la terza parallela, e gl'incavi istessi, e ritardare così le nuove sotterranee intraprese. In questo frattempo, essendo l' assediato sicuro, che non può l'assediante intraprendere con vantaggio la guerra sotterranea, che da' fondi de' primi incavi, allorchè sono coronati; può quindi egli con anticipazione partire da' rami, e dalle gallerie, che non sono state danneggiate, e costruire nuovi rami, e dirigendoli a dritta, ed a sinistra degl' incavi suddetti, come osservansi nella figura, vi si troverà vicino prima, che sieno coronati, e prima, che l'assediante abbia intrapreso il lavoro de' suoi rami.

265. Col mezzo quindi di sì fatti rami stabilirà l'assediato i fornelli *g*, *g*, co' quali rovesciar può i coronamenti in più riprese; può incomodare di molto la truppa, ch'è alloggiata negl'incavi; e può infine soffogare, e seppellire nelle terre i Minatori assedianti. Oltre gli additati mezzi di difesa, il Minatore assediato può sempre con anticipazione costruire de' rami *cd*, onde si troverà sempre in istato d'interrompere i nuovi rami dell'assediante tra' rami di ascolto, che distano tra loro di tese 24, come sono quelli, che può intraprendere dall'incavo del globo di compressione C; e con maggior facilità può arrestare quelli, che deve dirigere in uno spalto controminato in modo, che le gallerie formino tanti quadrati, come sarebbero i rami, che potrebbe intraprendere dall'incavo D.

266. Si avverta poi, che a misura, che l' aggressore si avvicina alla strada coperta, gli si renderà più difficile il coronare gl'incavi, l'alloggiarvisi, e l'intraprendervi nuovi rami; imperocchè dev'egli, allorchè debbono scop-

pia-

piare le mine, fare allontanare la truppa almeno per 300 passi; onde si può dalla strada coperta intraprendere una sortita per occupare gl' incavi prodotti, trincerarvisi, e sostenerli per qualche tempo, e dovendoli abbandonare, si preparano in modo, che restino veduti dalla strada coperta, e dall' opere della Piazza, acciocchè l' inimico non vi si possa più alloggiare, e costretto sia a riprendere la guerra sotterranea da siti più lontani (1).

267. Le cose fin quì dette in questo Articolo sono sufficienti per conoscere, qual esser debba la condotta dell' assediato in difendere una Piazza controminata, che viene attaccata co' globi di compressione. In fatti quantunque siasi soltanto parlato della difesa dello spalto, pure

(1) Nell' anno 1762, gli Austriaci, che difendevano la Piazza di Schweidnitz, s' impadronirono con una sortita di un incavo prodotto da un globo di compressione, e vi restarono tutto il giorno; ma siccome non potevano sostenervisi di vantaggio, aprirono una comunicazione dal medesimo nella strada coperta, acciocchè da questa si vedesse fino nel fondo di detto incavo, che non distava di molto dalla palizzata. Furono i Prussiani impossibilitati di stabilirvisi; onde l' abbandonarono, e ripresero la guerra sotterranea da un altro incavo più indietro; e per sì fatta ragione si ritardò la presa della Piazza di 15 giorni.

pure quello, che se n' è detto, è anche adattabile per la difesa della fossata, e delle opere della Piazza, ove può anzi l'assediato con più facilità interrompere le intraprese dell'assediante; poichè dalle gallerie, che trovansi nell'opere istesse, sarà più a portata di far uso di piccoli fornelli, di fogate, e di mine effettive; oltre di che si può per una difesa sì fatta applicare quanto si è detto (245 a 251).

268. Da quanto si è accennato sulla guerra sotterranea offensiva non meno, che difensiva, si rileva, qual difesa può farsi in una Piazza ben controminata, qualora si sappiano impiegare le vere regole della guerra sotterranea, non isccompagnate dalle altre difese, che possono somministrare l'artiglieria, la fucileria, le sortite, e l' Arte della guerra in generale. Fecero, è vero, i Prussiani scoppiare avanti Schweidnitz quattro globi di compressione, e coll' ultimo fu rovesciata la strada coperta, riempiuta la fossata, e quindi si rese la Piazza con 5000 uomini di guarnigione. Ma si rifletta, che la suddetta

Piazza non era molto ben fortificata; che le contromine erano ſtate fatte all'infretta, e quaſi tutte nel tempo dell'Aſſedio, nè erano conſeguentemente preparate, ſecondo ſi doveva; che la ſtrada coperta era ſei piedi larga; che la foſſata non era molto profonda, ed era ſoltanto larga 12 piedi; che la polvere, e le altre munizioni andavano a mancare; e ſi rifletta infine, che malgrado tutte sì fatte circoſtanze, impiegarono i Pruſſiani 49 giorni per percorrere uno ſpazio di 24 teſe, ch'era la diſtanza dal ſito, onde cominciarono la guerra ſotterranea, ſino alla palizzata.

ARTICOLO V.

Della difeſa, che colle mine ſi può fare in una Piazza non controminata.

269. Per far uſo delle mine nella difeſa di una Piazza non controminata, uopo è, che ſi preparino a tempo, per poterle far ſervire;

1. per

1. per arrestare l'aggressore nel lavoro della zappa, avanti che siasi stabilito nella terza parallela; 2. per impedire la costruzione de' cavalieri di trincea, o per rovesciarli, allorchè siansi stabiliti; 3. per rovesciare il coronamento sul ciglio dello spalto, e le batterie de' mortari avanti le piazze d'armi rientranti; come altresì le batterie in breccia, e quelle destinate contro i fianchi; 4. finalmente per impiegarle a ritardare il passaggio della fossata, la salita della breccia, e l'acquisto delle opere accessorie, e de' bastioni.

270. Per render chiaro quanto si è accennato, si supponga, che X sia una Piazza non controminata, e che siensi scoperte le mire nemiche riguardo al fronte di attacco, e questo sia CD. Si faranno subito costruire verso l'estremo dello spalto, e lungo le capitali dell' opere attaccate le frecce A in modo, che comunichino nella strada coperta, e che occupate dall'aggressore, resti questo scoverto, senza che vi si possa sostenere. Si formeranno indi lungo le stesse capitali i canali AB, o sieno fos-

Fig. 42.

fossate della profondità di sei piedi, e che essendo più larghi verso A, si vadano di molto a restringere verso B. A dritta ed a sinistra de' medesimi se ne scaveranno altri due *mn*, *rs*, che distino dalla capitale, e tra se, per una distanza sufficiente ad occupare il terreno, pel quale deve l' inimico condurre i suoi approcci. Debbono poi esser della larghezza di due piedi, e della profondità di sei.

271. Scavati che sensi sì fatti fossi, e stabilita che siasi la linea di minor resistenza, che dar si voglia ai fornelli di mina, de' quali si debba far uso; e supponendo, che sia per esempio di 10 piedi, si stabiliranno i siti de' fornelli alle corrispondenti distanze, e di più si scaveranno i pozzi fino alla profondità della linea di minor resistenza. Alle dette profondità si situeranno le casse, o i barili di polvere, ed i conduttori si condurranno al livello de' fossi, anzi tra un fornello e l'altro, come per esempio 1 e 1, 2 e 2, si comunicherà il conduttore con un altro fosso, che sia al livello de' primi, e dal mezzo di questi con-

conduttori partiranno gli altri, che comunicano nel fosso grande lungo la capitale, e con ordine si condurranno i conduttori nelle frecce, segnandoli con i numeri 1, 2, 3 ec. acciocchè si sappia in caso di bisogno dare il fuoco a que' fornelli, che si voglia. Si avverta, che nel gran canale i conduttori esser debbono distanti l'uno dall'altro per un mezzo piede, e che sia una tal distanza separata con terra ben pesta, affinchè il fuoco di uno non comunichi all'altro. Ciò fatto si riempiranno i pozzi, ed i fossi con terra, pestandola bene, e si cercherà di non far conoscere nell'esterna superficie le tracce dell'eseguito lavoro.

272. Ne' siti poi, ove deve l'aggressore, attente le circostanze della campagna adjacente alla Piazza, costruire i cavalieri di trincea, si possono stabilire degli altri fornelli a maggior profondità, seguendo l'allineamento, che si deve dare ai cavalieri istessi, conducendo i conduttori nelle piazze d'armi salienti nello stesso modo di sopra esposto. Si caricheranno intanto detti fornelli più abbondantemente,

affinchè scoppiando dissipino i materiali, donde sono formati, e le terre, e mettano quindi l' assediante nell' impossibilità di poterli ristabilire.

273. Non altrimenti praticar si deve avanti le piazze d'armi rientranti, e propriamente alla distanza ad un di presso di 15 in 16 tese, ove si costruiscono le batterie de' mortari. Si avverta intanto di disporli su di una linea, che sia perpendicolare alla capitale di dette Piazze, come *tp*; poichè in si fatta posizione si stabiliscono le batterie de' mortari pietrieri. I salsiccioni si condurranno anche con ordine, e per mezzo di canali nelle stesse Piazze d' armi, ricoprendone ben bene il lavoro, ed anche nella fossata qualora si possa temere, che venga insultata.

274. Alla distanza di 15 piedi in circa dal ciglio dello spalto, si potrebbero formare de' pozzi profondi di sei in sette piedi per interrarvi de' barili di polvere di 35 in 40 libbre, facendo in modo, che comunicassero a due

a due

a due con un fosso, o sia canale, e che dal mezzo di ciascuno di essi ne parta un altro, che conduca il salsiccione sotto la banchetta della strada coperta. Si può, se si vuole, stabilire un second'ordine di tali fogate alla distanza di 4 tese dal ciglio suddetto; ed alla profondità di diece piedi, e che comunichino nella strada coperta, come le prime. Non si trascurerà poi di stabilire i fornelli di mina per rovesciare le batterie, che l'inimico dovrà stabilire per battere i fianchi, e per formar breccia alle opere attaccate, lo che si esegue colle regole date (n. 109 a 113).

275. Sotto la strada coperta, e sotto le traverse si possono altresì interrare de' barili di polvere, conducendone i salsiccioni nelle piazze d'armi rientranti, qualora sieno queste ben trincerate, ed in ogni altro caso nella fossata. Altri barili si potrebbero mettere sotto il fondo della fossata, e con ispezialità ne' siti, ove deve l'aggressore stabilire il passaggio, ed avanti le facce delle opere, ove si dee formar breccia, conducendone i salsiccioni dietro le

tanaglie, o in altra parte della fortificazione. Si possono finalmente impiegare sì fatti barili di polvere ne' terrapieni de' rivellini, e de' bastioni, e nelle fossate de' ridotti de' primi, e ne' trinceramenti, e ne' cavalieri de' secondi, e sotto i parapetti, e le traverse degli uni, e degli altri.

276. Non vale l'opposizione, che si può fare contro sì fatti preparativi, cioè, che la polvere, dovendo restare più tempo sotterra, vada a rendersi inservibile; poichè dall' esperienze del Sig. Belidoro fatte in Bissy si rileva, che si può la polvere conservare più mesi sotterra, senza che ne soffra alcun detrimento, qualora si pratichino alcune necessarie precauzioni (1). Lo stesso si rileva dall'esperienze del Sig. Le Febvre (2). Le precauzioni intanto da usarsi sono, d'incatramar bene le casse, ed i canali, che debbono conservare i salsiccioni. Si potrebbero altresì i salsiccioni di 4 in 5 li-

(1) *Oevres divers.*
(2) *Essai sur les mines.*

linee; insinuare ne' fori fatti ne' tronchi di alberi, o nelle travi, di un pollice di diametro, affinchè vi abbiano un libero passaggio, avvertendo di ben unire le travi tra loro, incatramandole ne' siti dell' unione.

277. Tutte le anzidette precauzioni sono necessarie per andar incontro alle acque, che possono filtrare, e passare per le fessure della terra; poichè in una terra ordinaria le acque piovane penetrano poco più di tre piedi. Allorachè intanto si temono delle grandi filtrazioni a cagione delle circostanze del terreno, o delle vicine sorgive, si possono sotto i fornelli scavare de' pozzi, e riempier questi di pietre, e di altre materie aride, e slegate, nè altrimenti far si deve per ben custodire dagl' istessi inconvenienti i canali de' salsiccioni. Il Sig. le Febvre in simili casi di filtrazioni abbondanti ha fatto uso di una doppia cassa, distante la prima dalla seconda per qualche pollice, e di un doppio canale, incatramando bene quelle, e questo. Si può anche ne' terreni paludosi conservar la polvere in vasi di creta

bene

bene inverniciati, e far quindi uſo delle mine anche in sì fatti luoghi.

278. Or ſe una Piazza di guerra non controminata, ſia nel modo detto di ſopra, o in altro conſimile, preparata ſotterra con mine, può difenderſi con gran vantaggio. Imperocchè ſi poſſono primieramente arreſtare per tempo conſiderevole gli approcci dell'aggreſſore. Infatti coſtui per condurre i lavori di zappa lungo le capitali, o deve traviare dalle medeſime, e deve intraprendere lavori più lunghi, e più eſpoſti alle nemiche offeſe, ovvero deve arreſtarſi a ſcavare, e ſcoprire le mine, le fogate, e i barili di polvere interrati, con riceverne dettagliatamente diſvantaggio. Oltre di che qualora pervenga ad occupare le frecce, ſi poſſono queſte adeguare al ſuolo per mezzo di alcuni barili di polvere ripoſti ne' parapetti di eſſe, ai quali ſi darà fuoco, qualora non ſi poſſano più difendere; ed ecco che ſi può in ſimil guiſa ritardare la coſtruzione degli approcci prima, e dopo aver ſtabilita la terza parallela.

279.

279. Nello ſtabilimento poi, che l'inimico deve fare de' cavalieri di trincea, ſe egli non cura le mine, saranno le ſue opere roveſciate, ſenza poterle più rimettere; ſe vuole aſſicurarſi dalle offeſe ſotterranee, i ſuoi lavori ſaranno di molto ritardati, e difficilmente può impedire, che le mine non ſi facciano ſcoppiare; e quindi ſarà inabilitato a coſtruire i detti cavalieri di trincea, per la cui mancanza ſi può trovare obbligato ad intraprendere forſe l'attacco della ſtrada coperta per viva forza, quandochè ſi ſarebbe potuto eſeguire per induſtria.

280. Non minor danno ſoffrirà l'aggreſſore, allorachè ſaranno roveſciate le batterie de' mortari avanti le piazze d'armi rientranti, ovvero ſcompoſto il ſito, ove ſi hanno a ſtabilire, in modo, che ſe ne renda o impoſſibile, o difficile la coſtruzione. Sì fatto danno ſarà maggiore, allorchè le piazze d'armi ſono ſpazioſe, e fornite di trinceramenti; poichè allora ſaranno i difenſori nelle circoſtanze di prolungare con oſtinazione la difeſa della ſtrada coperta. 281.

281. Le fogate disposte in due ordini avanti il ciglio dello spalto possono rovesciare due volte il coronamento sul ciglio istesso, o pure arrestare lungo tempo l'inimico in una spezie di guerra sotterranea. Lo stesso effetto produrranno i fornelli di mina preparati per far saltare le batterie inimiche stabilite contro i fianchi non meno, che le altre addette a formar breccia. Colle fogate disposte sotto la strada coperta, e sotto le traverse, si può molto prolungare la difesa, sopratutto se si ha l'avvertenza di non ostinarsi a difenderla con molta gente, ma più tosto abbandonarla, allorchè venga insultata.

282. Si supponga per maggior chiarezza, che la strada coperta venga insultata, e si faccia ritirare la truppa, che n'è alla difesa, nelle opere più prossime, e nelle piazze d'armi; resterà esposta la truppa nemica a tutto il fuoco della Piazza; poichè in questo tempo non possono agire le batterie dell'assediante. Quindi sarà facile, che la detta truppa, dopo aver molto sofferto, si metta in disordine, ed al-

lora

lora si potranno tentare delle vigorose sortite per ogni dove, e si potrà discacciare dalla medesima. Ma quando anche una sì fatta intrapresa non riesca, o che riuscita, torni l' aggressore ad impadronirsi della detta strada, e vi si cominci a stabilire con trincerarvisi, e con occupare tutti i rami per forzare l'assediato di abbandonare le traverse, e le piazze d'armi rientranti, allora si faranno scoppiare dettagliatamente le fogate antecedentemente preparate, coll'effetto delle quali si farà strage della truppa assediante, e rasando le traverse, resterà di più esposta al fuoco della Piazza; onde si potrà di nuovo tentare qualche sortita, per riacquistarla.

283. Finalmente le fogate poste sotto i passaggi, che deve l'inimico fare delle fossate, possono molto molestarlo, ed arrestarlo; quelle avanti le facce delle opere attaccate possono rovinar la rampa della breccia; le altre nell'interno delle opere rendono più difficile all'aggressore di stabilirvi i suoi alloggiamenti, ed apprestano mezzi di vigorosamente di-

fen-

fendere i ridotti, i cavalieri, ed i trinceramenti, o di ottenere in ogni malagevole circostanza una onorevole capitolazione.

INDI-

INDICE

DE' CAPITOLI, E DEGLI ARTICOLI DI QUESTO QUARTO TOMO.

Dell' Architettura Militare.

LIBRO III.

PARTE III.

Della Guerra Sotterranea.

CAP. I.

Si divisano gli oggetti della Guerra sotterranea, e si rileva l'ordine, che si ha a tenere, in trattarli.

CAP. II.

Del nascimento, del progresso, e dello stato, in cui trovasi a' nostri tempi la Teorica delle mine.

ART.

C A P. III.

C A P. IV.

C A P. V.

F I N E.

ERRORI			CORREZIONI.
Pag.	lin.		
44	9	m^2	a^2
44	11	$\frac{1}{2} a$	$\frac{1}{4} a$
46	10	$\sqrt{r^2 + m^2}$	$\sqrt{\overline{r^2 + m^2}}$
77	17	di pruova	da ſcoppiare
127	11	Di due piedi profondo più la	profondo per la
144	21	CE	DE
190	13	ſargente	ſergente
197	20	carcando	cercando
203	9	*cs*	*c*S
242	3	*artaccarle*	*attaccarle*
250	3	PQ	PR
	9	in F	in E
268	20	fuoro	fuoco

Digitized by Google

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Tav. II.

F. 10.

F. 8.

D

E

F. 14.

n

B

F. 12.

M

R

U

N

D

Scala di Tese

5 10

Cataneo inc.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

NAPOLI

F. 27.
G
H
E
X
M
C
D
F. 29.
M
N
X
X
31.
Scala
K
K
E
E
Q
R
S
Scala di tre Piedi
6
12
1
2
Cataneo inc.

NAPOLI

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI
Digitized by Google

Tav. VI.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITT. EMANUELE III NAPOLI

BIBLIOTECA NAZIONALE VITT. EMANUELE III
NAPOLI